

PIANO ENERGETICO COMUNALE

COMUNE DI MODENA



SETTORE AMBIENTE

MARZO 2007

INDICE

1. INTRODUZIONE – LE POLITICHE ENERGETICHE.....	5
1.1 LA POLITICA ENERGETICA DELL'UNIONE EUROPEA.....	5
1.1.1 <i>L'apertura del mercato dell'energia.....</i>	<i>5</i>
1.1.2 <i>Il miglioramento dell'efficienza energetica.....</i>	<i>6</i>
1.1.3 <i>L'integrazione degli obiettivi di riduzione dei gas serra nella politica energetica comunitaria.....</i>	<i>8</i>
1.2 LA POLITICA ENERGETICA NAZIONALE.....	9
1.2.1 <i>Il piano energetico nazionale (PEN) e la sua attuazione.....</i>	<i>9</i>
1.2.2 <i>Il mercato libero dell'energia.....</i>	<i>11</i>
1.2.3 <i>I nuovi decreti nazionali.....</i>	<i>12</i>
1.3 LA PROGRAMMAZIONE ENERGETICA A LIVELLO REGIONALE: LA LEGGE REGIONALE DICEMBRE 2004, N. 26.....	13
1.3.1 <i>La programmazione energetica della Regione Emilia Romagna.....</i>	<i>13</i>
1.4 IL PIANO ENERGETICO COMUNALE.....	20
2. LA SITUAZIONE ATTUALE NEL COMUNE DI MODENA.....	23
3. IL RISPARMIO ENERGETICO.....	29
3.1 IL RISPARMIO ENERGETICO ATTRAVERSO I TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA.....	30
3.1.1 <i>I Decreti Ministeriali 20 Luglio 2004 – Efficienza e risparmio energetico.....</i>	<i>30</i>
3.1.2 <i>Obiettivi:.....</i>	<i>33</i>
3.1.3 <i>Principali differenze fra i DM 20 luglio 2004 e i DM 24 aprile 2001.....</i>	<i>33</i>
3.1.4 <i>Certificati bianchi e certificati verdi.....</i>	<i>34</i>
3.1.5 <i>Caratteristiche delle ESCO e i fattori che contribuiscono a facilitarle.....</i>	<i>35</i>
3.1.6 <i>Come si realizza un contratto di risultato sul risparmio energetico?.....</i>	<i>36</i>
3.1.7 <i>Titoli di efficienza energetica nel settore residenziale.....</i>	<i>36</i>
3.1.8 <i>Titoli di efficienza energetica nel settore produttivo.....</i>	<i>38</i>
3.2 IL RISPARMIO ENERGETICO NELL'EDILIZIA.....	39
3.2.1 <i>L'impegno del Comune di Modena nella riduzione dei gas climalteranti.....</i>	<i>39</i>
3.2.2 <i>Utilizzo di energie prodotte da fonti rinnovabili (radiazione solare).....</i>	<i>39</i>
3.3 TECNOLOGIE E STRUMENTI PER L'UTILIZZO RAZIONALE DELL'ENERGIA NELL'EDILIZIA ..	41
3.3.1 <i>Cogenerazione e trigenerazione.....</i>	<i>41</i>
3.3.2 <i>Teleriscaldamento.....</i>	<i>43</i>
3.3.3 <i>Solare Fotovoltaico.....</i>	<i>44</i>
3.3.4 <i>Solare termico.....</i>	<i>45</i>
3.3.5 <i>Utilizzo delle biomasse come combustibile.....</i>	<i>48</i>
3.3.6 <i>La caldaia a condensazione.....</i>	<i>49</i>
3.3.7 <i>La pompa di calore.....</i>	<i>51</i>
3.3.8 <i>Generatori di calore ad alto rendimento.....</i>	<i>51</i>
3.3.9 <i>Sostituzione degli scaldabagni elettrici con scaldabagni a gas o collettori solari termici.....</i>	<i>52</i>
3.3.10 <i>La contabilizzazione del calore.....</i>	<i>52</i>
3.3.11 <i>La termoregolazione.....</i>	<i>53</i>
3.3.12 <i>L'ottimizzazione del risparmio energetico tramite l'applicazione di sistemi di domotica nel settore residenziale e nel settore produttivo.....</i>	<i>54</i>
3.4 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DELGI EDIFICI.....	57
3.4.1 <i>La certificazione energetica degli edifici pubblici.....</i>	<i>60</i>
3.4.2 <i>L'esperienza dell'Amministrazione comunale.....</i>	<i>61</i>
3.5 IL RISPARMIO ENERGETICO NELL'ILLUMINAZIONE.....	65
3.5.1 <i>L'illuminazione degli spazi esterni.....</i>	<i>65</i>
3.5.2 <i>L'illuminazione degli ambienti interni.....</i>	<i>67</i>
3.6 IL RISPARMIO ENERGETICO E LA MOBILITA' SOSTENIBILE.....	69
3.6.1 <i>La mobilità urbana delle persone.....</i>	<i>69</i>
3.6.2 <i>Il telelavoro.....</i>	<i>71</i>
3.6.3 <i>Il piano della mobilità cittadina e la centrale della mobilità.....</i>	<i>71</i>
3.6.4 <i>Nuovi sistemi di mobilità delle persone.....</i>	<i>72</i>
3.6.5 <i>Il car sharing.....</i>	<i>73</i>
3.6.6 <i>Il car pooling e il taxi collettivo.....</i>	<i>76</i>
3.6.7 <i>Il park and ride.....</i>	<i>77</i>
3.6.8 <i>Il trasporto pubblico urbano.....</i>	<i>79</i>

3.6.9	<i>La mobilità urbana delle merci</i>	81
3.6.10	<i>Interventi di mobilità sostenibile</i>	82
3.7	I COMBUSTIBILI ALTERNATIVI	84
3.7.1	<i>I biocombustibili</i>	84
3.7.2	<i>Il gasolio bianco</i>	87
3.7.3	<i>L'idrogeno</i>	88
3.7.4	<i>L'energia elettrica</i>	88
3.7.5	<i>Il metano e il GPL</i>	89
3.8	IL RISPARMIO ENERGETICO E LA CORRETTA INFORMAZIONE DEI CONSUMATORI	94
3.8.1	<i>La sensibilizzazione dei consumatori al risparmio energetico e alla tutela dell'ambiente</i>	94
3.9	IL RISPARMIO ENERGETICO NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI	100
3.9.1	<i>La gestione dei rifiuti solidi urbani</i>	100
3.9.2	<i>La produzione di energia dai rifiuti solidi urbani</i>	106
3.9.3	<i>Interventi per la gestione sostenibile dei rifiuti</i>	107
3.9.4	<i>Il progetto di ampliamento dell'impianto di termodistruzione di rifiuti</i>	108
3.10	IL RISPARMIO ENERGETICO NELLE SCUOLE	111
3.10.1	<i>Risultati</i>	113
3.10.2	<i>Obiettivi futuri</i>	114
3.10.3	<i>Agenda 21 e la scuola</i>	114
4	I CONSUMI ENERGETICI E LE EMISSIONI DEI GAS AD EFFETTO SERRA	116
4.1	IL FENOMENO DELL'EFFETTO SERRA	116
4.2	IL PROTOCOLLO DI KYOTO	119
4.2.1	<i>Le emissioni di gas serra in Italia e gli impegni assunti all'interno del Protocollo di Kyoto</i>	120
4.3	IL BILANCIO DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA NEL COMUNE DI MODENA	121
4.3.1	<i>Energia elettrica</i>	122
4.3.2	<i>Gas naturale (metano)</i>	124
4.3.4	<i>Impieghi energetici nel settore dei trasporti (combustibili per autotrazione)</i>	126
4.3.5	<i>Settore agricolo e zootecnico</i>	132
4.3.6	<i>Il sistema di gestione dei rifiuti</i>	133
4.3.7	<i>Il sistema del verde e la forestazione urbana</i>	135
4.3.8	<i>Il bilancio complessivo delle emissioni di gas serra</i>	138
4.3.9	<i>Interventi per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti</i>	141
5	L'URBANISTICA, LE TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO E LE POLITICHE ENERGETICHE	143
5.1	IL RUOLO DELL'URBANISTICA NEL PASSATO	143
5.2	IL RUOLO ATTUALE DELL'URBANISTICA	146
5.3	L'URBANISTICA IN EMILIA ROMAGNA E LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE	149
5.3.1	<i>Il Regolamento urbanistico edilizio comunale</i>	150
5.3.2	<i>Piano energetico, regolamento edilizio ed obiettivi di Kyoto</i>	152
5.3.3	<i>Piano energetico e grande distribuzione commerciale</i>	152
5.3.4	<i>Requisiti cogenti e requisiti raccomandati del RUE del Comune di Modena</i>	153
5.3.5	<i>Requisiti Volontari per favorire la diffusione della bioedilizia</i>	158
5.4	IL SETTORE RESIDENZIALE	163
5.4.1	<i>Orientamento degli edifici</i>	167
5.4.2	<i>Il risparmio energetico applicato al patrimonio edilizio esistente - Ristrutturazioni – Detrazioni IRPEF 36% - Iva agevolata al 10% - Altre disposizioni adottabili dall'Amministrazione comunale</i>	168
5.5	IL SETTORE PRODUTTIVO	170
5.5.1	<i>La Terziarizzazione</i>	170
5.5.2	<i>Incentivazione all'analisi energetica nel settore produttivo e terziario</i>	171
5.5.3	<i>Incentivazione alla certificazione di qualità ambientale nel settore produttivo</i>	172
6	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI PASSIBILI DI ALIMENTAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI E DI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA	175
6.1	COSTRUZIONE DELLA BASE DATI DEI CONSUMI SU SISTEMA INFOMATIVO TERRITORIALE (SIT)	175
6.1.1	<i>Metodologia utilizzata</i>	175
6.1.2	<i>Problematiche riscontrate</i>	176

6.1.3	<i>Elaborazioni svolte dal sistema</i>	177
6.2	ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI MEDIANTE INDICATORI ENERGETICI SUL SIT	180
6.2.1	<i>Il concetto di pressione energetica territoriale</i>	180
6.2.2	<i>Ipotesi di suddivisione della città attraverso il criterio della pressione energetica territoriale</i>	180
6.3	I BACINI ENERGETICI DEL COMUNE DI MODENA	196
6.3.1	<i>I sei bacini energetici</i>	196
7.	STRATEGIE D’INTERVENTO	198
7.1	STRATEGIE D’INTERVENTO PER IL CENTRO STORICO	198
7.2	DIFFERENZIAZIONE PER AREE A DIVERSA PRESSIONE ENERGETICA	199
7.2.1	<i>Aree ad elevato consumo di energia termica</i>	200
7.2.2	<i>Aree ad alta pressione energetica</i>	201
7.3	INDICAZIONI PER APPLICAZIONI OPERATIVE	202
8.	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO; NORMATIVA E DIRETTIVE IN MATERIA	206
8.1	BIBLIOGRAFIA	206
8.2	NORMATIVA E LEGISLAZIONE	207

1. INTRODUZIONE – LE POLITICHE ENERGETICHE

1.1 LA POLITICA ENERGETICA DELL'UNIONE EUROPEA

Gli obiettivi verso cui dovranno tendere le politiche comunitarie e nazionali sono stati identificati nel *Libro Bianco* ⁽¹⁾ “Una politica energetica per l’Unione Europea” – COM (1995) 682 e sono:

- la sicurezza negli approvvigionamenti, anche tramite la diversificazione;
- la competitività delle fonti;
- la tutela e il rispetto dell’ambiente.

Nel 1997 il *protocollo di Kyoto* ha rafforzato l’importanza dello sviluppo sostenibile nella politica energetica comunitaria, in più la variabilità dei prezzi petroliferi osservata nell’ultimo decennio ha evidenziato i rischi per l’Unione Europea che derivano dalla sua sempre crescente dipendenza energetica dalle fonti fossili di altri Paesi.

Quindi nel rispetto dei suddetti obiettivi, le azioni strategiche messe in atto a livello europeo sono principalmente:

- la sicurezza dell’approvvigionamento e la minor dipendenza da fonti energetiche esterne;
- l’apertura del mercato dell’energia;
- il miglioramento dell’efficienza energetica;
- lo sviluppo delle fonti rinnovabili;
- l’integrazione degli obiettivi di riduzione dei gas serra nella politica energetica.

1.1.1 L’apertura del mercato dell’energia

L’apertura del mercato dell’energia ha come obiettivo la realizzazione di un mercato europeo senza frontiere interne, in cui sia garantita la libera circolazione di persone, merci, servizi e capitali, considerati un fattori chiave nel miglioramento dell’economia europea.

Questa apertura è stata inizialmente realizzata attraverso l’emanazione di due direttive:

la prima è la *direttiva 96/92/CE* “concernente norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica” che permetteva, ai consumatori che raggiungevano i volumi di consumo elettrico annuo sotto riportati, di scegliere i propri fornitori di energia.

Tab. 1.1 - Direttiva 96/92/CE: criteri di liberalizzazione del mercato interno dell’energia elettrica

Anno	Volume annuo
Data di recepimento	> 40 GWh
2000	> 20 GWh
2006	> 9 GWh

La seconda è la *direttiva 98/30/CE* “concernente norme comuni per il mercato interno del gas” che permetteva ai consumatori che raggiungevano i volumi di consumo di gas sotto riportati, di scegliere i propri fornitori di energia.

Tab. 1.2 - Direttiva 98/30/CE: criteri di liberalizzazione del mercato interno del gas

Anno	Volume annuo	Grado di apertura del mercato
Data di recepimento	> 25 milioni di m ³	≥ 20%
2000	> 15 milioni di m ³	≥ 28%
2008	> 5 milioni di m ³	≥ 33%

Col fine di ottenere un'accelerazione nel processo di liberalizzazione del settore energetico, la Commissione ha deciso di ridurre i tempi emanando la *direttiva 2003/54/CE* del Parlamento Europeo e del Consiglio “*relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*” che abrogava la direttiva 96/92/CE, e la *direttiva 2003/55/CE* del Parlamento Europeo e del Consiglio “*relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale*” che abrogava la direttiva 98/30/CE.

Le nuove scadenze contenute nella normativa sono elencate in tabella 1.3.

Tab. 1.3 - *Direttive 2003/54/CE e 2003/55/CE : nuovi criteri di liberalizzazione del mercato interno dell'energia elettrica e del gas*

Anno	Beneficiari
2003 – elettricità	Tutti i clienti industriali
2004 – gas	Tutti i clienti industriali
2005 – elettricità e gas	Tutti i clienti (apertura totale)

1.1.2 Il miglioramento dell'efficienza energetica

Per quanto riguarda il miglioramento dell'efficienza energetica, le stime della Commissione europea, contenute nel “*Piano d'azione per migliorare l'efficienza energetica nella Comunità europea*” – COM (2000) 247, sostengono che il potenziale economico di miglioramento dell'efficienza energetica tra il 1998 e il 2010 è circa il 18% del consumo annuo totale del 1995.

Per migliorare l'efficienza energetica della comunità, la Commissione ha intrapreso quindi azioni prioritarie di intervento a breve e medio termine nel settore dell'edilizia, dei trasporti, degli elettrodomestici e delle apparecchiature e per quanto riguarda l'etichettatura dei prodotti energeticamente efficaci.

In particolare per quanto riguarda il risparmio energetico negli edifici, il 13 settembre 1993 è stata approvata la *direttiva 93/76/CEE del Consiglio “intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE)”*. La direttiva prevede che gli Stati membri elaborino ed attuino programmi nei settori seguenti:

- certificazione energetica degli edifici, per permettere l'informazione dei potenziali utenti di un edificio circa la sua efficienza energetica;
- fatturazione delle spese di riscaldamento, climatizzazione ed acqua calda per usi igienici sulla base del consumo effettivo, per meglio ripartire i relativi costi tra gli utenti di un edificio con un unico impianto centrale;
- finanziamento tramite terzi degli investimenti di efficienza energetica nel settore pubblico;
- isolamento termico negli edifici nuovi che consideri le zone climatiche e l'uso dell'edificio;
- diagnosi energetiche presso imprese ad elevato consumo di energia.

Questa direttiva è stata adottata in un contesto politico antecedente la conclusione dell'accordo di Kyoto ed il clima di incertezza recentemente creatosi in relazione alla sicurezza dell'approvvigionamento energetico dell'Unione; quindi, per affrontare il tema in un contesto di nuove sfide e per colmare le lacune riscontrate, il 16 dicembre 2002 è stata emanata la *direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio “sul rendimento energetico nell'edilizia”* che prevede:

- l'istituzione di un quadro generale per il calcolo del rendimento energetico degli edifici;
- l'introduzione di requisiti minimi di rendimento energetico distinguendo tra edifici esistenti e di nuova costruzione e tra diverse categorie;

- l'enunciazione di criteri generali per la certificazione degli edifici di nuova costruzione ed esistenti e l'obbligo di mettere a disposizione del proprietario o del futuro acquirente l'attestato di certificazione energetica;
- delle ispezioni periodiche a caldaie e sistemi di condizionamento dell'aria, nonché una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di 15 anni.

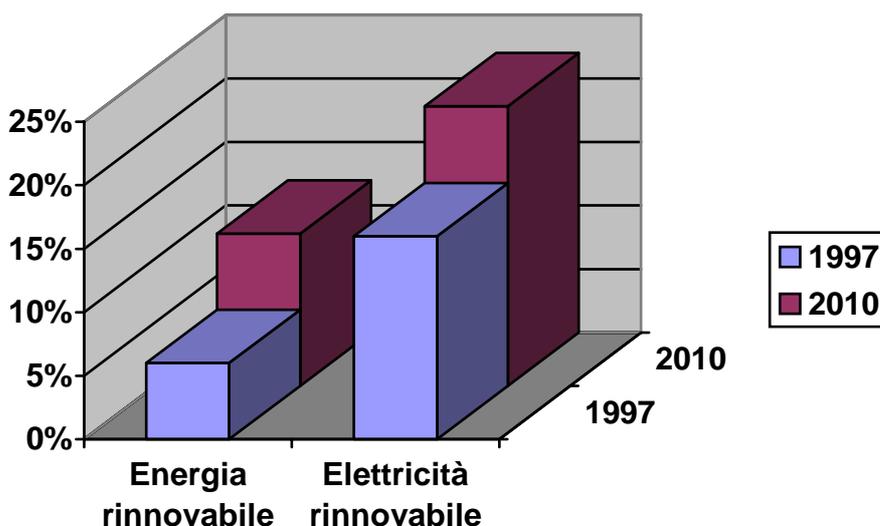
La Commissione sottolinea l'importanza dell'azione dell'insieme dei responsabili (Energy Manager, Terzi Responsabili) per realizzare importanti risparmi di energia.

Per ciò che riguarda lo sviluppo delle fonti rinnovabili (energia eolica, idraulica, solare, da biomasse, geotermica), occorre evidenziare come nella Comunità Europea queste siano sfruttate in modo insufficiente e disomogeneo nonostante il loro considerevole potenziale.

A questo proposito la Commissione ha adottato il *Libro Bianco "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili. Libro bianco per una strategia e un piano d'azione della Comunità"* – COM (1997) 599 che propone di raddoppiare la quota di energia rinnovabile nei consumi interni dell'Unione, passando dall'attuale 6% al 12% nel 2010. Per l'Italia l'obiettivo è passare dai 12,73 Mtep del 1996 ai 23,94 Mtep nel 2010. Per quanto riguarda l'elettricità, l'obiettivo comunitario è raggiungere il 22% di elettricità di origine rinnovabile al 2010 rispetto all'attuale 16%; per l'Italia l'obiettivo è passare dal 16% attuale al 25%.

Al riguardo è stata anche emanata la direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla "promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", recepita a livello nazionale col decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, che stabilisce che gli Stati membri promuovano l'aumento del consumo di elettricità prodotta da fonti rinnovabili perseguendo degli obiettivi indicativi nazionali modificabili ogni due anni e compatibili con gli impegni assunti sui cambiamenti climatici ai sensi del protocollo di Kyoto.

Fig. 1.1 - Le previsioni per la comunità europea contenute nel Libro Bianco "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili. Libro bianco per una strategia e un piano d'azione della Comunità" – COM (1997) 599



1.1.3 L'integrazione degli obiettivi di riduzione dei gas serra nella politica energetica comunitaria

La Commissione, al fine di ridurre le emissioni dei gas climalteranti, in accordo con gli impegni assunti col protocollo di Kyoto, ha:

- emanato la *direttiva 99/296/CE* che stabilisce un meccanismo per la sorveglianza delle emissioni dei gas serra e impone agli Stati membri di comunicare alla Commissione i loro piani nazionali relativi alla diminuzione delle emissioni;
- emanato la comunicazione “*preparazione dell’attuazione del Protocollo di Kyoto*” – COM (2000) 230 nella quale si afferma che, in base ai dati rilevati, le emissioni di biossido di carbonio sono in aumento e che, se questa tendenza non sarà contrastata, l’obiettivo di Kyoto non sarà rispettato;
- adottato il *Libro Verde “sullo scambio dei diritti di emissione di gas a effetto serra all’interno dell’Unione Europea”* – COM (2000) 87 concernente lo scambio (o commercio) dei diritti di emissione. Questo scambio, sia a livello internazionale che nazionale, è un sistema in base al quale a determinati soggetti, come ad esempio le imprese, vengono assegnate delle quote per le loro emissioni. Le imprese che riducono le loro emissioni al di sotto della quota assegnata hanno la facoltà di vendere l’eccedenza disponibile ad altri soggetti che hanno maggiori difficoltà a rispettare i propri impegni. Tale meccanismo, anziché pregiudicare la tutela ambientale (il volume totale delle quote rimane infatti invariato), offre un approccio economicamente più vantaggioso alla realizzazione dell’obiettivo generale, incentivando al contempo le parti interessate ad investire nelle tecnologie compatibili;
- adottato la comunicazione “*sulle politiche e misure dell’Unione europea per ridurre le emissioni di gas a effetto serra: verso un programma europeo per il cambiamento climatico (ECCP)*” – COM (2000) 88, che descrive le politiche e le misure dell’Unione europea per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra. Nel documento si parla di PROGRAMMA EUROPEO PER IL CAMBIAMENTO CLIMATICO (ECCP), cioè un programma della Commissione europea che riunirà tutte le parti interessate a questo problema, facendole partecipare ai lavori preparatori delle politiche e misure comuni e coordinate finalizzate a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra. Inizialmente, l’ambito di operatività del programma si limiterà alle misure di abbattimento delle emissioni che si dimostrano più promettenti, ma in una prospettiva di medio e lungo termine l’ECCP dovrà ampliare il suo raggio d’azione ed affrontare questioni quali l’adattamento, la cooperazione internazionale attraverso l’aumento delle capacità e i trasferimenti di tecnologie, la ricerca e l’osservazione, le attività di dimostrazione su tecnologie pulite ed efficienti, l’istruzione e la formazione;
- emanato la *direttiva 2003/87/CE* del Parlamento e del Consiglio “*che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissione dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio*”;
- promosso diverse procedure fiscali destinate alla protezione dell’ambiente: ad esempio la proposta Carbon Tax e i tentativi di armonizzazione delle accise sui prodotti energetici che sono attualmente in fase di negoziazione e di accordo politico con gli stati membri.

1.2 LA POLITICA ENERGETICA NAZIONALE

1.2.1 Il piano energetico nazionale (PEN) e la sua attuazione

Il principale strumento di politica energetica nazionale è il Piano Energetico Nazionale (PEN). L'ultimo aggiornamento, approvato dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988, è un documento ormai datato, anche perché si riferisce ad un quadro istituzionale e di mercato che nel frattempo ha subito notevoli mutamenti. Questo PEN è ispirato ai criteri di:

- promozione dell'uso razionale dell'energia e del risparmio energetico;
- adozione di norme per gli autoproduttori;
- sviluppo progressivo di fonti di energia rinnovabile: in particolare il PEN aveva fissato l'obiettivo al 2000 di aumentare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili del 44% con una ripartizione interna di questo mercato suddiviso in 300 MW di energia eolica, 75 MW di energia solare fotovoltaica e l'adozione da parte di tutte le Regioni di Piani d'Azione per l'utilizzo e la promozione di energie rinnovabili sul proprio territorio.

A seguito del PEN è stata emanata la *legge 9 gennaio 1991, n.9 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali elettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali"*, che ha introdotto la parziale liberalizzazione della produzione dell'energia da fonti rinnovabili e assimilate, la quale per essere operativa doveva solo essere comunicata al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, all'Enel e all'ufficio tecnico delle imposte di fabbricazione competente del territorio. Inoltre la norma ha introdotto la possibilità per le imprese di produrre energia elettrica per autoconsumo o per la cessione all'Enel ad un prezzo definito dal Comitato Interministeriale dei Prezzi (CIP) e calcolato in base al criterio dei costi evitati che l'Enel avrebbe dovuto sostenere per produrre in proprio l'energia acquistata.

Con la *legge 9 gennaio 1991, n. 10 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"* è prescritta l'attuazione di norme sulle tipologie tecnico-costruttive in merito all'edilizia, all'impiantistica e ai trasporti e alcune di queste norme, a distanza di 14 anni, non sono ancora state emanate. Un esempio di norma non applicata è il comma 7 dell'art. 4 che prevedeva "l'emanazione di norme idonee a rendere apprezzabile il conseguimento dell'obiettivo dell'uso razionale dell'energia e dell'utilizzo di fonti rinnovabili di energia nei criteri di aggiudicazione delle gare di appalto economicamente rilevanti per la fornitura di beni o servizi per conto della pubblica amministrazione, degli enti territoriali e delle relative aziende, degli istituti di previdenza e di assicurazione". Anche l'art. 30, riguardante l'emanazione di norme per la certificazione energetica degli edifici e che avrebbero tra l'altro individuato i soggetti abilitati alla certificazione, è rimasto finora inapplicato. Riguardo la certificazione, l'articolo specifica che "nei casi di compravendita o di locazione il certificato di collaudo e la certificazione energetica devono essere portati a conoscenza dell'acquirente o del locatario dell'intero immobile o della singola unità immobiliare" e che egli la può richiedere al comune ove è ubicato l'edificio", e che "l'attestato di certificazione energetica ha una validità temporale di cinque anni a partire dal momento del suo rilascio".

L'art. 8 prevede contributi in conto capitale a sostegno delle fonti rinnovabili di energia nell'edilizia per:

- coibentazione negli edifici esistenti che consenta un risparmio di energia superiore al 20%;
- installazione di nuovi generatori di calore ad alto rendimento (superiore al 90%);
- installazione di apparecchiature per la produzione combinata di energia elettrica e di calore;
- installazione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica;
- installazione di sistemi di controllo integrati e di contabilizzazione differenziata dei consumi di calore.

L'art. 4, comma 4 della legge sovracitata è stato invece attuato, prima dal *D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412* "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10" poi modificato e integrato dal *D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551* "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia", che ha introdotto:

- la suddivisione del territorio nazionale in sei zone climatiche in funzione dei "gradi giorno (³)" comunali e indipendentemente dall'ubicazione geografica:

Tab. 1.4 - D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412: zone climatiche e rispettivi gradi giorno

Zona climatica	Gradi giorno
A	< 600
B	600 ÷ 900
C	900 ÷ 1400
D	1400 ÷ 2100
E	2100 ÷ 3000
F	> 3000

ALCUNI ESEMPI:

Tab. 1.5 - D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412: alcuni esempi di comuni italiani e rispettivi gradi giorno

Provincia	Zona climatica	Gradi giorno	Altezza *	Comune
CT	B	833	7	Catania
TP	B	810	3	Trapani
LE	C	1153	49	Lecce
SS	C	1185	225	Sassari
AV	D	1742	348	Avellino
VT	D	1989	326	Viterbo
MO	E	2258	34	Modena
RE	E	2377	24	Reggiolo
MO	F	3388	342	Lama Mocogno
MO	F	3972	1131	Frassinoro

* Altezza sul livello del mare della casa comunale (espressa in metri)

- la durata giornaliera di attivazione e il periodo annuale di accensione degli impianti di riscaldamento per ogni zona;
- una classificazione degli edifici in otto categorie a seconda della destinazione d'uso, e per ogni categoria ha stabilito la temperatura massima interna consentita;

CLASSIFICAZIONE GENERALE DEGLI EDIFICI:

- E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili;
- E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili;
- E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili;
- E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili;
- E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili;
- E.6 Edifici adibiti ad attività sportive;
- E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

- un rendimento stagionale medio da garantire per gli impianti termici nuovi o da ristrutturare, calcolato in base alla potenza termica del generatore;
- dei valori limite di rendimento per i generatori di calore ad acqua calda e ad aria calda;
- una periodica e annuale manutenzione degli impianti termici;
- un limite al fabbisogno energetico degli edifici (Ved. par. 5.1.2).

1.2.2 Il mercato libero dell'energia

Il riassetto e la liberalizzazione del mercato nazionale dell'energia elettrica è iniziato col *decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica"* (detto anche "Decreto Bersani").

Con il decreto Bersani e successivi adempimenti, in Italia si sono poste le basi per l'effettiva liberalizzazione del mercato interno dell'energia elettrica, ed è stata definita l'introduzione nel mercato di nuovi operatori oltre all'ex Enel:

- ◆ l'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) che fissa le condizioni atte a garantire l'imparzialità e la neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento ⁽⁴⁾;
- ◆ il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) che esercita attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica e che con proprie delibere ne fissa le regole;
- ◆ il Gestore del Mercato Elettrico (GME) che gestisce le offerte di vendita e acquisto dell'energia elettrica e di tutti i servizi connessi;

La direttiva 98/30/CE (vedere cap. 2.1.1) è stata recepita a livello nazionale dal *decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164 "Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144"*, detto anche "Decreto Letta". Questo decreto stabilisce che le attività di importazione, esportazione, trasporto, dispacciamento, distribuzione e vendita di gas naturale, in qualunque sua forma e comunque utilizzato, sono libere. Inoltre stabilisce che le imprese che svolgono attività di trasporto e dispacciamento sono tenute ad allacciare alla propria rete gli utenti che ne facciano la richiesta ove il sistema di cui esse dispongono abbia idonea capacità, e purché le opere necessarie all'allacciamento dell'utente siano tecnicamente ed economicamente realizzabili.

In seguito è stata emanata la *legge 9 aprile 2002, n. 55 “Misure urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”*, noto come decreto “sblocca centrali”, che ha introdotto delle regole per evitare il pericolo di interruzione di fornitura di energia elettrica su tutto il territorio nazionale e per garantire la copertura del fabbisogno del Paese.

A seguito del black out del 27 settembre 2003, che ha interessato tutto il territorio nazionale, la Camera ha approvato la *legge 27 ottobre 2003, n. 290* che anticipa alcune misure ritenute urgenti dal Governo e stralciate dal *disegno di legge Marzano per il riordino del settore energetico*. Quest’ultimo documento impone ai proprietari di nuovi impianti di potenza superiore a 300 MW di corrispondere alla Regione sede degli impianti, un importo pari a 0,20 euro per ogni MWh di elettricità prodotta nei primi sette anni di esercizio degli impianti e impone alla Regione di consegnare almeno il 40% del contributo al Comune interessato, ai Comuni limitrofi e alla Provincia che comprende il Comune sede dell’impianto.

1.2.3 I nuovi decreti nazionali

Il Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192

Il presente decreto si pone quale obiettivo l’attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia, con le seguenti finalità:

1. Il decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico.

2. Il decreto disciplina in particolare:

- a) la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici;
- b) l'applicazione di requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici;
- c) i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici;
- d) le ispezioni periodiche degli impianti di climatizzazione;
- e) i criteri per garantire la qualificazione e l'indipendenza degli esperti incaricati della certificazione energetica e delle ispezioni degli impianti;
- f) la raccolta delle informazioni e delle esperienze, delle elaborazioni e degli studi necessari all'orientamento della politica energetica del settore;
- g) la promozione dell'uso razionale dell'energia anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, la formazione e l'aggiornamento degli operatori del settore.

3. Ai fini di cui al comma 1, lo Stato, le regioni e le province autonome, avvalendosi di meccanismi di raccordo e cooperazione, predispongono programmi, interventi e strumenti volti, nel rispetto dei principi di semplificazione e di coerenza normativa, alla:

- a) attuazione omogenea e coordinata delle presenti norme;
- b) sorveglianza dell'attuazione delle norme, anche attraverso la raccolta e l'elaborazione di informazioni e di dati;
- c) realizzazione di studi che consentano adeguamenti legislativi nel rispetto delle esigenze dei cittadini e dello sviluppo del mercato;
- d) promozione dell'uso razionale dell'energia e delle fonti rinnovabili, anche attraverso la sensibilizzazione e l'informazione degli utenti finali.

Il Decreto Ministeriale 27 Luglio 2005

“Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia»”.

Il presente decreto definisce i criteri generali tecnico-costruttivi e le tipologie per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti, al fine di favorire ed incentivare l'uso razionale dell'energia, il contenimento dei consumi di energia nella produzione o nell'utilizzo di manufatti.

Si applica agli edifici di nuova costruzione ed a quelli esistenti oggetto di interventi di ristrutturazione importanti, come di seguito precisato, dotati di impianti di riscaldamento e/o climatizzazione.

Nei successivi articoli vengono definiti:

- Art. 2 Obblighi dei comuni
- Art. 3 Requisiti di risparmio energetico per edifici di nuova costruzione
- Art. 4 Definizione degli indicatori prestazionali per edifici nuovi e relativi limiti ammissibili
- Art. 6 Verifiche termometriche
- Art. 7 Misure di contenimento dei consumi di energia estivi
- Art. 8 Requisiti di risparmio energetico per edifici da ristrutturare
- Art. 9 Altre prescrizioni

1.3 LA PROGRAMMAZIONE ENERGETICA A LIVELLO REGIONALE: LA LEGGE REGIONALE 23 DICEMBRE 2004, N. 26

1.3.1 La programmazione energetica della Regione Emilia Romagna

La Regione Emilia Romagna intende assumere pienamente le nuove funzioni e competenze che assegna alle Regioni per la materia “energia” il nuovo Titolo V della Costituzione, che dà compiutezza a quel processo di decentramento realizzatosi con la Legge 59/97 (“legge Bassanini”) al quale la Regione ha dato attuazione anche per il settore energetico con la Legge regionale 3/99.

La nuova Costituzione ha individuato l'energia fra le materie da trattare con legislazione concorrente tra Stato e Regioni; ciò significa che allo Stato spetta dettare i principi generali e il quadro di una politica energetica nazionale, mentre è compito delle Regioni lo sviluppo della programmazione delle politiche nel territorio, e anche una nuova completa competenza sulle autorizzazioni per la realizzazione di nuovi impianti di produzione energetica.

La Regione Emilia Romagna ha programmato lo sviluppo del sistema energia ambiente compatibilmente con i vincoli del protocollo di Kyoto, che intende pienamente assumere e porre a base della propria programmazione energetica. Tra gli strumenti recenti di cui si è servita si ricordano la Legge Regionale 23 dicembre 2004, n. 26 “**Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia**”, di seguito analizzata nel dettaglio, e il “**Piano energetico regionale**”, per il quale la Giunta ha attuato anche la predisposizione da parte di ARPA della valutazione ambientale strategica, prevista dagli obiettivi comunitari, che accompagna il Piano.

La struttura

La Legge Regionale 23 dicembre 2004, n. 26 è divisa in 6 titoli:

- titolo I (“finalità, programmazione ed interventi”, art. 1-14) contiene le finalità e gli obiettivi generali della norma e un elenco di funzioni a capo delle Regioni, delle Province e dei Comuni

in materia di energia; il titolo contiene anche la regolamentazione della programmazione energetica regionale, con riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale e l'attuazione del piano energetico regionale (PER);

- titolo II (“impianti e reti”, art. 15-21) comprende le norme che regolano gli impianti energetici, le reti di trasporto e distribuzione dell'energia e le condizioni di esercizio degli impianti. Inoltre elenca i criteri che la Regione deve seguire nell'esercitare le sue competenze per l'autorizzazione e le modifiche di impianti di produzione termoelettrica;
- titolo III (“servizi ed operatori”, art. 22-23) riguarda gli obblighi di servizio pubblico dei distributori di energia elettrica e gas naturale e la qualificazione degli operatori dei servizi energetici;
- titolo IV (“attuazione di direttive comunitarie”, art. 24-25) si occupa di monitorare l'attuazione della direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla “promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”, e di attuare la direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul “rendimento energetico nell'edilizia”;
- titolo V (“Agenzia regionale per l'energia e strutture tecniche”, art. 26-29) istituisce l'Agenzia regionale per l'energia e i compiti che le saranno affidati e invita alla collaborazione tra le strutture tecniche della Regione e degli enti locali che attuano le politiche energetiche territoriali. Il titolo contiene anche un riferimento alle funzioni di osservatorio dell'energia esercitate dalla Regione;
- titolo VI (“norme finanziarie e finali”, art. 30-31) abroga una parte della legge regionale 3/99 e istituisce apposite unità previsionali per far fronte agli oneri derivanti dalla presente legge.

Finalità e obiettivi generali (art. 1)

Il provvedimento si apre con l'enunciazione degli obiettivi generali che la Regione e gli Enti locali pongono a fondamento della programmazione degli interventi di rispettiva competenza.

Questi obiettivi generali consistono nel:

- I. promuovere il risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia anche attraverso le azioni di assistenza, consulenza ed informazione;
- II. favorire lo sviluppo e la valorizzazione delle risorse endogene, delle fonti rinnovabili ed assimilate quali l'energia cogenerata nonché quella recuperabile da impianti termici ed elettrici e da processi produttivi;
- III. definire gli obiettivi di riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti;
- IV. promuovere i fattori di competitività regionale contribuendo ad elevare la sicurezza, l'affidabilità, la continuità e l'economicità degli approvvigionamenti di energia, con riferimento al fabbisogno energetico regionale, assicurando la distribuzione equilibrata delle infrastrutture sul territorio, diffondendo l'innovazione tecnologica, organizzativa e finanziaria nella realizzazione dei progetti energetici di interesse pubblico, garantendo efficienza, qualità, fruibilità e diffusione dei servizi;
- V. favorire il miglioramento delle prestazioni dei sistemi energetici con riguardo alle diverse fasi di programmazione, progettazione, esecuzione, esercizio, manutenzione e controllo di impianti, edifici, manufatti, in conformità alla normativa tecnica di settore, anche attraverso sistemi di qualità aziendale e l'istituzione di un sistema di accreditamento degli operatori preposti alla attuazione degli interventi assistiti da contributo pubblico;
- VI. favorire gli interventi di autoregolazione e autoconformazione da parte degli interessati;
- VII. promuovere attività di ricerca applicata, innovazione e trasferimento tecnologico per ottenere sistemi ad alta efficienza energetica e ridotto impatto ambientale;
- VIII. assicurare la tutela degli utenti e dei consumatori;

IX. assumere gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas serra posti dal protocollo di Kyoto del 1998.

Dall'analisi degli obiettivi è chiaro l'intento della Regione a garantire nell'uso delle risorse energetiche una maggior attenzione verso gli aspetti ecologici e di sostenibilità ambientale attraverso l'uso di fonti energetiche rinnovabili e il risparmio energetico, ma anche con l'aiuto di incentivi e della ricerca scientifica.

Le funzioni della Regione (art. 2)

Le principali funzioni esercitate dalla Regione sono:

- I. l'approvazione, l'attuazione e l'aggiornamento del Piano energetico regionale (PER);
- II. l'approvazione di programmi e progetti di interesse regionale e la promozione di quelli di competenza degli enti locali;
- III. la promozione di attività di ricerca applicata e di forme associative e consortili;
- IV. la concessione delle autorizzazioni alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione dell'energia con potenza superiore a 50 MW termici alimentati da fonti convenzionali e rinnovabili;
- V. l'adozione di atti di indirizzo e coordinamento dei compiti attribuiti agli enti locali e l'esercizio dei poteri sostitutivi su di essi in caso di loro persistente inattività;
- VI. iniziative di raccordo con lo Stato e le altre Regioni per lo sviluppo di attività e servizi che interessano il territorio di più Regioni;
- VII. l'esercizio di tutte le funzioni amministrative in materia di energia non attribuite allo Stato e agli enti locali.

In materia di risparmio energetico e uso razionale dell'energia le principali funzioni della Regione sono:

- VIII. la concessione di contributi per la progettazione, la realizzazione e il monitoraggio di impianti e sistemi con caratteristiche innovative per aspetti tecnici, gestionali o organizzativi, che utilizzino fonti rinnovabili o assimilate di energia ovvero sistemi a basso consumo specifico di energia e ridotto impatto ambientale, l'adozione di misure di risparmio energetico e di efficienza energetica anche di tipo innovativo presso gli edifici pubblici e gli impianti produttivi;
- IX. la promozione di attività di informazione e orientamento riguardo alle tecnologie e ai sistemi operativi e gestionali per ridurre i consumi di energia e migliorare le condizioni di compatibilità ambientale dell'utilizzo dell'energia a parità di servizio reso;
- X. l'indirizzo e il coordinamento dei programmi di formazione degli operatori pubblici e privati nel campo della progettazione, installazione, esercizio e controllo degli impianti energetici anche ai fini del rilascio dell'abilitazione alla conduzione degli impianti termici;
- XI. l'adozione di indirizzi programmatici, compresa la fissazione di specifici obiettivi di uso razionale dell'energia e valorizzazione delle fonti rinnovabili ed assimilate e l'individuazione di aree territoriali, settori e tipologie prioritarie di intervento;
- XII. la disciplina degli attestati di certificazione energetica degli edifici, in conformità alla direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia;
- XIII. la predisposizione di linee guida e standard prestazionali per la progettazione di edifici e impianti di produzione, distribuzione e uso dell'energia, tenuto conto dei requisiti minimi di rendimento energetico e delle norme tecniche nazionali;

- XIV. promuovere ed organizzare lo sviluppo dei titoli di efficienza energetica, chiamati certificati bianchi e di valorizzazione delle fonti rinnovabili, detti certificati verdi riferiti ai progetti energetici localizzati sul territorio regionale;
- XV. applica i tetti alle emissioni di gas ad effetto serra del sistema energetico regionale, d'intesa con il ministero competente, in conformità alla direttiva 2003/87/CE che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE (Ved. par. 2.1.4); inoltre promuove la partecipazione del sistema produttivo regionale allo sviluppo di progetti di intervento volti alla riduzione delle emissioni gas serra in adesione ai meccanismi di flessibilità previsti dal protocollo di Kyoto.

Quindi compete alla Regione l'approvazione e l'attuazione del Piano Energetico Regionale, l'approvazione di programmi e progetti di interesse regionale, il finanziamento di quelli di interesse locale, l'esercizio di alcune funzioni amministrative, la disciplina degli attestati di certificazione energetica e dei titoli di efficienza energetica.

Le funzioni del Comune (art. 4 e 5)

Le funzioni esercitate dal Comune riguardano:

- I. l'approvazione di programmi e l'attuazione di progetti per la qualificazione energetica del sistema urbano, con particolare riferimento alla promozione dell'uso razionale dell'energia, al risparmio energetico negli edifici, allo sviluppo degli impianti di produzione e distribuzione dell'energia derivante da fonti rinnovabili ed assimilate, alle reti di teleriscaldamento e all'illuminazione pubblica;
- II. il recepimento dei requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici stabiliti dalla Giunta regionale (ai sensi dell'articolo 25, comma 1, lettera a), e la decisione di non applicarli per le categorie di fabbricati di cui all'articolo 4, paragrafo 3, della direttiva 2002/91/CE, cioè per:
 - edifici e monumenti ufficialmente protetti per il loro valore architettonico o storico;
 - edifici adibiti a luogo di culto o allo svolgimento di attività religiose;
 - fabbricati temporanei con un tempo di utilizzo previsto inferiore a due anni, siti industriali, officine e edifici agricoli non residenziali a basso fabbisogno energetico;
 - edifici residenziali destinati ad essere utilizzati meno di quattro mesi all'anno;
 - fabbricati indipendenti con una metratura utile totale inferiore a 50 m²;
- III. la valutazione, per gli interventi di nuova urbanizzazione di superficie utile totale superiore ai 1.000 m², della fattibilità tecnico-economica dell'applicazione di impianti di produzione di energia basati sulla valorizzazione delle fonti rinnovabili, impianti di cogenerazione, pompe di calore, sistemi centralizzati di riscaldamento e raffrescamento come previsto dall'art. 5 della direttiva 2002/91/CE;
- IV. la valutazione, per gli edifici di nuova costruzione dotati di impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, dell'adozione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare;
- V. l'obbligo, per gli edifici di nuova costruzione di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi con le fonti rinnovabili o assimilate di energia e l'adozione di sistemi telematici per il controllo e la conduzione degli impianti energetici. Questa funzione è in linea con l'art. 2, paragrafo 16, della direttiva 2002/91/CE che prevede che “gli edifici occupati dalle pubbliche autorità o aperti al pubblico” debbano assumere un “approccio esemplare nei confronti dell'ambiente e dell'energia assoggettandosi alla certificazione energetica ad intervalli regolari”.
- VI. la predisposizione, per gli edifici esistenti di superficie utile totale superiore a 1.000 m² che subiscono interventi assoggettati a titolo abilitativi, di un miglioramento del loro rendimento

energetico al fine di soddisfare i requisiti minimi di cui all'articolo 25, comma 1, lettera a), della presente legge. Questa funzione è in linea con l'art. 2, paragrafo 13, della direttiva 2002/91/CE che prevede, per “edifici che superano determinate dimensioni, che la ristrutturazione importante” sia “considerata un’opportunità di migliorare il rendimento energetico”; il concetto è ribadito anche all’art. 6 della suddetta direttiva che afferma che “allorché edifici di metratura totale superiore a 1000 m² subiscano ristrutturazioni importanti, il loro rendimento energetico sia migliorato al fine di soddisfare i requisiti minimi per quanto tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile”.

Quindi è compito dei Comuni l’approvazione ed attuazione di piani e progetti per la riqualificazione energetica dei sistemi urbani e l’applicazione dei requisiti minimi di rendimento energetico e di impianti che consentono un risparmio energetico sia ad edifici di nuova costruzione sia ad alcuni edifici esistenti che subiscono interventi.

Il Piano Energetico Regionale (PER) (art. 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14)

Il Piano energetico regionale (PER) è lo strumento della regione di indirizzo e di programmazione energetica. La norma afferma che compete alla Regione, attraverso il PER, “stabilire gli indirizzi programmatici della politica energetica regionale finalizzati allo sviluppo sostenibile del sistema energetico regionale, anche attraverso il coordinamento degli strumenti pubblici regionali e locali di intervento e di incentivazione a favore della ricerca applicata, della qualificazione e diffusione di servizi di pubblica utilità, dello sviluppo di processi produttivi e prodotti ad alta efficienza energetica e ridotto impatto ambientale” (art.8, comma 1).

Il PER, analizzando le attività di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione ed uso finale delle diverse forme di energia e lo scenario evolutivo, specifica gli obiettivi generali dell’art. 1 della presente legge regionale, e le relative linee di intervento.

Il PER è approvato dal Consiglio regionale, su proposta della Giunta, sentita la Conferenza Regione-Autonomie locali, ha di norma durata decennale e può essere aggiornato con la stessa procedura se ci sono cambiamenti del sistema energetico, per renderli compatibili con gli impegni e gli obiettivi indicativi nazionali.

L’obiettivo principale del PER è qualificare il sistema energetico regionale; infatti l’Emilia Romagna necessita di più energia e soprattutto di energia più sicura, efficiente, pulita, e a basso costo. Per questo motivo l’obiettivo del Piano prevede di raggiungere l’autosufficienza elettrica della Regione entro il 2010. Attualmente la produzione elettrica è pari a circa 12,2 TWh, quasi il 50% rispetto al consumo, che si aggira intorno ai 24,4 TWh; la quota restante viene quindi importata. L’Emilia Romagna è una regione industrializzata e urbanizzata e perciò ha “consumi elettrici pro capite alti (più alti della media nazionale: 5.428 contro 4.527 kWh/ab) ed in forte crescita (tasso medio di sviluppo dei consumi elettrici 1989-99: più 38% contro più 27% circa di quello italiano)”.

Da questi dati si comprende quanto sia difficile raggiungere l’autosufficienza elettrica e il rispetto del protocollo di Kyoto; nel PER sono contenute diverse linee d’azione per raggiungere questi scopi: innanzitutto la “conversione di tutte le vecchie centrali ad olio combustibile (molto inquinanti e poco efficienti) in impianti a metano e a ciclo combinato da realizzare con le migliori tecnologie secondo quanto indicato dalle direttive europee per l’attuazione di Kyoto”. Si punta poi ad un aumento della produzione elettrica con fonti rinnovabili (idroelettrico, eolico, fotovoltaico, biomasse) dagli attuali 1,28 a 2,8 TWh e della cogenerazione da 1,5 a 5 TWh. Si prevede così di moltiplicare per sette il totale della produzione realizzata con impianti eolici e fotovoltaici e di dieci volte la dotazione attuale di pannelli solari.

Il PER è attuato attraverso piani triennali di intervento approvati dal Consiglio regionale su proposta della Giunta e attraverso programmi annuali approvati dalla Giunta regionale.

Gli enti locali possono richiedere il finanziamento dei loro piani e progetti, sia singolarmente sia in forma associata, anche per conto di altri soggetti, pubblici e privati, purché i progetti siano conformi agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica e coerenti con le linee di programmazione energetica regionale e di protezione ambientale. Queste richieste di finanziamento devono contenere gli obiettivi generali e specifici che si vogliono raggiungere specificando la loro conformità con gli obiettivi di programmazione locale e regionale, i tempi e il piano finanziario insieme alle autorizzazioni e ai titoli abilitativi richiesti per legge. L'accesso ai finanziamenti è condizionato da requisiti minimi prestazionali stabiliti dalla Giunta e periodicamente aggiornati. Questi finanziamenti decadono se il titolare non segnala un eventuale ritardo nell'inizio dei lavori.

E' stato a questo scopo istituito il fondo per l'attuazione del PER finanziato con fondi regionali, risorse statali o comunitarie attribuite alla Regione. La Regione può affidare ad istituti bancari e finanziari l'erogazione dei contributi e la verifica (se l'istituto non coincide con l'istituto erogante il mutuo) della completezza e correttezza della documentazione amministrativa e di spesa.

Per verificare l'effettivo rispetto degli obiettivi dichiarati, questi interventi sostenuti dalla Regione vanno monitorati dall'amministrazione regionale, anche avvalendosi dell'Agenzia regionale per l'energia (di cui all'art. 26) o di soggetti terzi specializzati. Se si riscontrano ingiustificati ritardi nell'attuazione dei progetti o mancato raggiungimento degli obiettivi dichiarati, la Giunta può persino revocare i contributi.

Attuazione di direttive comunitarie (art. 24 e 25)

La legge regionale 23 dicembre 2004, n. 26 si occupa anche di monitorare l'attuazione della **direttiva 2001/77/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla "promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", recepita a livello nazionale col decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Al riguardo questa legge regionale afferma che la Giunta regionale, entro il 30 novembre 2005, dovrà adottare e rendere pubblica una relazione che contenga:

- il raggiungimento degli obiettivi regionali di consumo di elettricità prodotta da fonti rinnovabili in termini percentuali del consumo interno di elettricità (come richiesto dall'art. 3, paragrafo 3, della direttiva 2001/77/CE);
- la traduzione regionale degli obiettivi indicativi nazionali di cui all'art. 3, paragrafo 2, della direttiva sovracitata, nonché degli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas ad effetto serra;
- una valutazione sull'efficacia degli strumenti pubblici di intervento e di incentivazione previsti dalla presente legge e delle misure volte a raccordare la spesa regionale con gli strumenti di intervento dello Stato e dell'Unione europea;
- il quadro legislativo e regolamentare vigente riferito agli impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili con indicazione delle azioni da intraprendere allo scopo di ridurre gli ostacoli normativi, razionalizzare ed accelerare le procedure autorizzative, garantire che le norme siano oggettive, trasparenti e non discriminatorie e tengano conto pienamente della particolarità delle fonti, delle tecnologie, delle taglie degli impianti e dei relativi impatti ambientali e territoriali (come richiesto nell'art. 6, paragrafo 1, della direttiva sovracitata);
- gli strumenti di raccordo e coordinamento tra i diversi organi amministrativi, con indicazione di modificazione o nuova costruzione di forme di cooperazione che consentano la collaborazione e l'azione coordinata tra i diversi livelli di governo e di amministrazione, nonché la presenza e l'intervento unitario di rappresentanti statali, regionali e locali per

l'attivazione del procedimento autorizzativi (come richiesto nell'art. 6, paragrafo 2, della direttiva sovracitata);

- opportunità di definire linee guida per indirizzare gli operatori del settore e di adottare uno strumento di programmazione settoriale in grado di agevolare l'esercizio delle attività di produzione elettrica da fonti rinnovabili (come richiesto nell'art. 6, paragrafo 2, della direttiva sovracitata).

La presente legge regionale contiene anche l'attuazione della **direttiva 2002/91/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul "rendimento energetico nell'edilizia", alla quale gli Stati membri dovranno conformarsi entro il 4 gennaio 2006.

In particolare la norma afferma che la Giunta regionale, entro dodici mesi dall'entrata in vigore della presente legge regionale, deve stabilire:

- i requisiti minimi di rendimento energetico di cui all'art. 4, paragrafo 1, della direttiva 2002/91/CE, che specifica che nel fissare tali requisiti gli Stati membri possono distinguere tra gli edifici esistenti e quelli di nuova costruzione, nonché diverse categorie di edifici; inoltre la legge regionale raccomanda che tali requisiti tengano conto di criteri generali tecnico-costruttivi, di norme tecniche essenziali nazionali, delle condizioni generali del clima degli ambienti interni, delle condizioni locali, dell'uso cui l'edificio è destinato e della sua età; infine afferma che questi requisiti devono essere riveduti a scadenze regolari;
- la metodologia di calcolo del rendimento energetico per gli edifici, sulla base del quadro generale di cui all'allegato della direttiva sovracitata, di seguito riportato:

“Quadro generale per il calcolo del rendimento energetico degli edifici (articolo 3)

1. Il metodo di calcolo del rendimento energetico degli edifici deve comprendere almeno i seguenti aspetti:

- a) caratteristiche termiche dell'edificio (murature esterne e divisioni interne, ecc.). Tali caratteristiche possono anche includere l'ermeticità;
- b) impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda, comprese le relative caratteristiche di coibentazione;
- c) sistema di condizionamento d'aria;
- d) ventilazione;
- e) impianto di illuminazione incorporato (principalmente per il settore non residenziale);
- f) posizione ed orientamento degli edifici, compreso il clima esterno;
- g) sistemi solari passivi e protezione solare;
- h) ventilazione naturale;
- i) qualità climatica interna, incluso il clima degli ambienti interni progettato.

2. Il calcolo deve tener conto, se del caso, dei vantaggi insiti nelle seguenti opzioni:

- a) sistemi solari attivi ed altri impianti di generazione di calore ed elettricità a partire da fonti energetiche rinnovabili;
- b) sistemi di cogenerazione dell'elettricità;
- c) sistemi di riscaldamento e condizionamento a distanza (complesso di edifici/condomini);
- d) illuminazione naturale.

3. Ai fini del calcolo è necessario classificare adeguatamente gli edifici secondo categorie quali:

- a) abitazioni monofamiliari di diverso tipo;
- b) condomini (di appartamenti);
- c) uffici;

- d) strutture scolastiche;
- e) ospedali;
- f) alberghi e ristoranti;
- g) impianti sportivi;
- h) esercizi commerciali per la vendita all'ingrosso o al dettaglio;
- i) altri tipi di fabbricati impieganti energia.”

- i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici, posti a base della compilazione della scheda tecnica descrittiva, del fascicolo del fabbricato e del certificato di conformità edilizia ed agibilità; l'attestato di certificazione è valido per cinque anni e comprende il rendimento energetico dell'edificio e raccomandazioni per un suo miglioramento ed i valori di rendimento fissati dalle norme vigenti;
- le metodologie con cui la Regione promuove lo sviluppo e la qualificazione dei servizi di certificazione energetica degli edifici e realizza le ispezioni periodiche a campione degli impianti di climatizzazione; a riguardo la suddetta direttiva agli art. 8 e 9 predispone ispezioni periodiche di caldaie e sistemi di condizionamento dell'aria;
- che in fase di costruzione, compravendita e locazione di edifici, l'attestato di certificazione energetica debba essere messo a disposizione del proprietario ovvero questi debba metterlo a disposizione del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi, come prevede l'art. 7, paragrafo 1 della suddetta direttiva.

1.4 IL PIANO ENERGETICO COMUNALE

La Legge prescrive che le Regioni formulino i Piani energetici regionali, individuando innanzitutto i bacini che *“in relazione alle caratteristiche, alle dimensioni, alle esigenze di utenza, alla disponibilità di fonti rinnovabili di energia, al risparmio energetico realizzabile e alla preesistenza di altri vettori energetici, costituiscono le aree più idonee ai fini della fattibilità degli interventi di uso razionale dell'energia e di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia”*.

A integrazione e sostegno dell'attività di programmazione a livello regionale, all'art. 5, comma 5, la Legge 10/91 prescrive che *“I piani regolatori generali di cui alla legge 17 Agosto 1942, n. 1150 e successive modificazioni e integrazioni, dei Comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti, devono prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia”*.

La legge, tuttavia, però, non specifica le modalità ed i contenuti che il Piano Energetico Comunale (PEC) deve contemplare, mentre è indicato chiaramente cosa deve intendersi per fonte rinnovabile o assimilata nell'art. 1 comma 3 *“Ai fini della presente legge sono considerate fonti rinnovabili di energia o assimilate: il sole, il vento, l'energia idraulica, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali. Sono considerate altresì fonti di energia assimilate alle fonti rinnovabili di energia: la cogenerazione, intesa come produzione combinata di energia elettrica o meccanica e di calore, il calore recuperabile nei fumi di scarico e da impianti termici, da impianti elettrici e da processi industriali, nonché le altre forme di energia recuperabile in processi, in impianti e in prodotti ivi compresi i risparmi di energia conseguibili nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici con interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti”*.

E' però da rilevare il tentativo dell'Istituto di Ricerche Ambiente Italia di indirizzo per la redazione dei Piani Energetici Comunali sotto forma di linee metodologiche in applicazione della Legge 10/91 Art. 5 comma 5. Il documento fornisce anche le indicazioni funzionali alla redazione del Piano, in merito alla ricostruzione del sistema energetico – ambientale – territoriale, all'elaborazione di un

quadro storico – evolutivo della situazione energetico/ambientale e dei possibili scenari di sviluppo urbano, l'individuazione del potenziale di intervento e gli strumenti attivabili nei diversi campi d'azione. Conseguentemente si passa alla definizione di un Piano di Azione e all'individuazione sia degli ostacoli sia dei fattori di successo per l'attuazione del Piano.

Le indicazioni e le prescrizioni contenute nella Legge 10/91 sono scaturite da motivazioni di natura essenzialmente economica, nella convinzione che l'Italia, delegando competenze in materia energetica alle Regioni ed ai Comuni, potesse perseguire al meglio l'uso razionale dell'energia ed il progressivo affrancamento dall'importazione di energia primaria. Come noto, la Legge, non prevedendo sanzioni di alcun tipo per le Amministrazioni inadempienti, non ha conseguito i risultati sperati e la pianificazione energetica rimane un tema trascurato da molte delle Amministrazioni che, in linea teorica, erano tenute a provvedere in tal senso.

Negli ultimi anni, al tema del risparmio energetico motivato dalle anzidette ragioni economiche, ha fatto seguito una crescente sensibilità ambientale, legata anche ai temi della salute, spostando l'attenzione dai provvedimenti nazionali agli impegni sottoscritti in sedi internazionali, che vedono uniti i principali Paesi del mondo per fronteggiare il problema dell'effetto serra e trovare le opportune soluzioni a tutela della sostenibilità dello sviluppo della società civile.

L'acquisita consapevolezza di quanto sia importante la salvaguardia dell'ambiente, per quanto essa sia implicitamente perseguita da ogni azione mirata al risparmio energetico, ha certamente creato nelle Amministrazioni una motivazione più forte di quanto non rappresenti il perseguimento del risparmio energetico legato a ragioni economiche.

Il processo di "Agenda 21 Locale" è prova evidente di tale sensibilità, ed il Comune e la Provincia di Modena non hanno fatto mancare il loro impegno, aderendo al gruppo guida delle città coinvolte nell'applicazione locale delle metodologie dell'Agenda 21, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, per perseguire gli obiettivi di Kyoto.

Fornire su scala locale un contributo agli impegni nazionali per la riduzione delle emissioni di CO₂, così come la volontà di migliorare la qualità ambientale della Città e la fruibilità da parte dei cittadini, è l'obiettivo che gli indirizzi di pianificazione energetica contenuti nel presente Piano si pongono.

Nel decennio trascorso dall'uscita della Legge 10/91 ad oggi sono evidentemente mutati alcuni scenari, come ad esempio la liberalizzazione del mercato elettrico e del gas e il recepimento degli accordi di Kyoto sulle emissioni climalteranti. Inoltre, nello scenario urbanistico italiano e soprattutto a livello regionale, è da rilevarsi la tendenza evolutiva dei Piani Regolatori Generali (PRG) - di cui il PEC dovrebbe costituire un allegato - che vanno trasformandosi da strumenti rigidi poliennali della programmazione e/o controllo del territorio in schemi di riferimento più flessibili per l'organizzazione del territorio, Piano Strutturale Comunale (PSC) e Piano Operativo Comunale (POC) ai sensi della L. R. 20/2000, passibili di aggiornamenti in funzione delle nuove strategie di riqualificazione urbana, fondate anche su strumenti e opportunità nuove, come i Programmi di riqualificazione urbana (PRU), i Programmi di riqualificazione urbana e sviluppo sostenibile del territorio (PRUSST) e i Programmi Speciali d'Area.

Oltre al tema del risparmio energetico e dello sviluppo sostenibile si sta affiancato un crescente interesse legato al tema della salute, a tal proposito va menzionata la L.R. 30/2000 "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico", che è il primo riferimento normativo che tenta di conciliare le questioni relative alla distribuzione di energia elettrica e apparati per la radiodiffusione (televisione radio e telefonia mobile) alla pianificazione urbanistica (autorizzazioni, piani di risanamento, catasto delle linee e degli impianti) e alla tutela della salute e dell'ambiente.

Il Piano energetico, però, non vuole in alcun modo assumere la veste di un “manuale”, né tanto meno aggiungersi ai numerosi studi già compiuti dal Comune di Modena. Il Piano, invece, vuole rappresentare uno strumento flessibile di confronto e discussione con tutte le parti economiche e sociali coinvolte nei processi di trasformazione del territorio, aggiornabile periodicamente per rispondere efficacemente alle evoluzioni urbanistiche in atto e future e, allo stesso tempo, identificare le soluzioni più avanzate per agire efficacemente nella direzione dello sviluppo sostenibile. Per dare significato alla pianificazione energetica, ma soprattutto per ottenere risultati concreti, si rende necessaria l'integrazione del Piano in questione con la strumentazione urbanistica vigente, dal Piano Regolatore Generale, al piano Urbano del Traffico, ai Programmi di Riqualficazione Urbana, che sono sempre più destinati a costituire gli strumenti attuativi per le Amministrazioni che operano nella gestione delle trasformazioni del territorio, trovando conferma nelle nuove norme urbanistiche regionali, previste dalla L.R. 20/2000.

Il Piano Energetico Comunale deve diventare lo strumento di coordinamento organico delle politiche e degli strumenti di tutela ambientale del territorio e deve rappresentare il quadro di riferimento per gli altri strumenti di pianificazione urbanistica predisposti dal Comune di Modena.

Il proposito della pianificazione energetica del Comune di Modena non é, però, quello di anteporsi a tutti gli strumenti urbanistici vigenti e neanche quello di costituire un ulteriore ostacolo procedurale ai processi di controllo e sviluppo del territorio, ma di integrarsi con essi.

Per raggiungere gli obiettivi individuati finora, il presente Piano definisce i campi di applicazione nei quali esplicare le politiche di risparmio energetico come il **settore residenziale e produttivo, la mobilità, l'illuminazione** e la corretta **informazione dei consumatori**, ovvero i campi applicativi che sono la fonte maggiore di inquinamento diretto o indiretto, o comunque di possibile uso irrazionale dell'energia.

Il presente documento intende sottolineare come sia **la programmazione energetica a rendere operativo il Piano**; è però necessario che si delinei un Piano d'azione in campo energetico per arrivare a generare le richieste di energia come quelle che avvengono, ad esempio, per la mobilità o l'illuminazione. L'obiettivo del presente Piano è quello di arrivare a far sì che la programmazione urbanistica - così come tiene conto dei fattori legati all'accessibilità, all'esposizione al rumore, al bacino di scolo, all'esposizione rispetto ai venti dominanti - cominci a tenere in considerazione anche la **disponibilità di energia** e soprattutto di quella legata alle **fonti rinnovabili**. Il Piano vuole arrivare a delineare, ad esempio, delle aree a diversa **pressione energetica** al fine di indirizzare le politiche energetica su scala territoriale, in modo da permettere al pianificatore di dirigere lo sviluppo e la trasformazione della città verso quelle aree a maggiore disponibilità energetica, oppure, se necessario, di edificare nelle aree a maggiore pressione energetica, a condizione che si riescano a determinare soluzioni alternative, come il ricorso alle fonti energetiche rinnovabili e agli apporti gratuiti. In sostanza, il Piano deve arrivare a stabilire che le scelte per le zonizzazioni siano compiute anche in funzione delle disponibilità energetiche.

2. LA SITUAZIONE ATTUALE NEL COMUNE DI MODENA

In materia di energia è opportuno riconoscere che, a livello regionale, è stato compiuto un lavoro impegnativo; l'azione regionale si è andata sviluppando nel corso del tempo per sostenere e rafforzare le politiche portate avanti dagli Enti locali in materia, per contribuire alla copertura della domanda interna in un disegno di sviluppo equilibrato del sistema regionale, per valorizzare le risorse endogene e per promuovere il risparmio energetico, l'uso razionale dell'energia e le fonti rinnovabili.

Un particolare impegno è stato dedicato alla formulazione dei principali atti legislativi e amministrativi nazionali, anche al fine di vedere affermato il ruolo delle regioni quali soggetti di programmazione nel campo dell'energia.

Nel dare attuazione alla Legge 10/91 l'intervento regionale si è sostanziato nella concessione di contributi per studi di fattibilità tecnico-economica, per progetti esecutivi di impianti civili, industriali o misti di produzione, di recupero, di trasporto e di distribuzione dell'energia derivante dalla cogenerazione, per la realizzazione o la modifica di impianti relativi a processi e servizi finalizzati al risparmio di energia attraverso l'utilizzo di fonti rinnovabili e/o un migliore rendimento di macchine e apparecchiature e/o la sostituzione di idrocarburi con altri combustibili.

Sul tema della riqualificazione del sistema elettrico regionale, l'impostazione programmatica della Regione - incentrata sugli obiettivi della tutela della salute e dell'ambiente, della valorizzazione delle risorse territoriali, dell'uso razionale dell'energia, della riqualificazione delle infrastrutture esistenti nel territorio, dello sviluppo di nuovi servizi per l'utenza regionale - ha permesso di segnare alcuni importanti risultati positivi, come ad esempio la riqualificazione dei poli energetici piacentino e ravennate e degli impianti ENEL ed ENI collocati in tali aree e, allo stesso tempo, ha consentito di orientare l'iniziativa politica e amministrativa in un contesto di regole del mercato e di assetti industriali che andavano profondamente cambiando.

La Regione ha dato vita nel 1999 ad un Piano regionale di azione per l'acquisizione di un parco - progetti in materia di uso razionale dell'energia, risparmio energetico, valorizzazione delle fonti rinnovabili e limitazione delle emissioni di gas a effetto serra (delibera Giunta regionale 8 giugno 1999, n. 918) al fine di caratterizzare l'impegno dell'Emilia Romagna al raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto. A questo, come già detto precedentemente, si aggiunge il contributo fornito dalla più recente approvazione del Piano Energetico Regionale.

Tra le tipologie progettuali che si sono acquisite, alcune riguardano specificatamente il settore civile per il contenimento dei consumi di energia, il miglioramento dell'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia nella climatizzazione e illuminazione degli ambienti e nella produzione di energia e acqua calda sanitaria negli edifici, con riconosciuta priorità regionale agli interventi riferiti a:

- la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio pubblico;
- la razionalizzazione energetica della pubblica illuminazione;
- la riqualificazione energetica del sistema edilizio urbano, attraverso la formulazione di programmi integrati, di programmi di recupero, di programmi di riqualificazione urbana e sviluppo sostenibile del territorio, di contratti di quartiere, ai sensi della legislazione nazionale e regionale in materia;
- l'elaborazione di programmi di intervento volti a conseguire il rispetto delle norme vigenti in materia di uso razionale dell'energia negli edifici con particolare riferimento al D.P.R. n. 412/93 e delle norme di tutela dell'ambiente e sulla sicurezza degli impianti;
- **la realizzazione o l'ampliamento delle reti di teleriscaldamento, in particolare collegate ad impianti di cogenerazione;**

- la realizzazione di reti di teleriscaldamento ovvero l'installazione di caldaie, alimentate con biomasse nei comuni montani;
- le applicazioni del solare termico nei comuni costieri;
- **le applicazioni fotovoltaiche.**

Nell'ambito di tali progetti sono state evidenziate e sviluppate soluzioni inerenti non solo agli aspetti tecnici ma anche a quelli gestionali, organizzativi e di offerta di servizi con specifico riferimento a:

- la prestazione di servizi connessi con l'attuazione di programmi nazionali per la sostituzione di caldaie, elettrodomestici, lampade e sistemi di illuminazione a bassa efficienza;
- l'allestimento di strumenti innovativi di finanziamento dei progetti e di nuovi prodotti finanziari di sostegno al rischio d'impresa;
- le diagnosi e le certificazioni energetiche;
- lo sviluppo di sistemi informativi e informatici volti a favorire l'esercizio efficace delle funzioni e dei compiti assegnati agli Enti locali e a qualificare i processi produttivi e i prodotti;
- le attività di formazione e di qualificazione dei centri di formazione;
- le azioni di informazione, sensibilizzazione e orientamento degli utenti-consumatori
- le attività di ricerca applicata e di sperimentazione, compresa l'acquisizione di brevetti e/o l'adattamento delle migliori tecnologie disponibili sul mercato alle condizioni specifiche di applicazione di rilievo per la realtà regionale;
- lo sviluppo di nuovi strumenti regolamentari e amministrativi atti a sostenere l'applicazione dell'uso razionale dell'energia e il risparmio energetico;
- lo sviluppo di soluzioni contrattuali e di accordi volontari volti a coinvolgere il capitale privato nella realizzazione di programmi e progetti di pubblica utilità;
- l'applicazione dei metodi di Demand Side Management e Integrated Resource Planning;
- l'elaborazione di programmi di intervento volti a conseguire il rispetto delle normative vigenti in materia di uso razionale dell'energia negli edifici, con particolare riferimento al D.P.R. n. 412/93.

L'obiettivo, pertanto, è quello che l'energia diventi fattore di orientamento delle politiche settoriali ed intersettoriali di intervento, facendo emergere l'esigenza che la voce energia trovi riconoscimento negli strumenti di programmazione e pianificazione di scala regionale e locale, che siano fissati gli indirizzi di riqualificazione e di sviluppo sostenibile del sistema energetico territoriale, che sia riconsiderata la strumentazione legislativa e regolamentare vigente in materia nella direzione della semplificazione delle procedure amministrative.

Pertanto, si dovranno concentrare gli sforzi nel coordinamento dei mezzi finanziari di diversa provenienza, a partire dai Fondi Strutturali, per l'obiettivo comune della razionalizzazione energetica e concentrare le risorse pubbliche disponibili (carbon tax, accisa sulla benzina, ed altre) su progetti di rilevanza territoriale, tramite la collaborazione tra Enti locali e Regione e tra questi e gli operatori del mercato per l'identificazione e la realizzazione di qualificate soluzioni progettuali, e sull'offerta di servizi qualificati alle imprese e agli utenti finali con particolare cenno alla ricerca e all'innovazione, all'offerta di strumenti innovativi di diagnosi e certificazione energetica, alla promozione di servizi di finanziamento e gestione conto terzi degli impianti e delle reti energetiche. Inoltre, la Regione Emilia Romagna ha elaborato il Piano Energetico Regionale, con funzioni di indirizzo e coordinamento a livello territoriale. Nello specifico, il documento redatto dal Servizio Energia dell'Assessorato Attività Produttive e contiene indicazioni per:

- promozione dell'uso razionale dell'energia e delle fonti di energia rinnovabili;
- promozione, sviluppo e qualificazione dei servizi energetici di pubblica utilità di interesse regionale;

- promozione e sviluppo di impianti e sistemi di produzione, trasformazione e trasporto dell'energia in ragione delle esigenze della domanda interna, della tutela dell'ambiente e della sicurezza della popolazione;
- promozione e sviluppo di programmi di ricerca applicata, sviluppo dimostrativo e diffusione degli impianti e sistemi ad alta efficienza energetica e a ridotto impatto ambientale finalizzati allo sviluppo sostenibile del sistema regionale;
- promozione e sviluppo di una rete per il trasferimento e la diffusione delle conoscenze da realizzarsi anche in collaborazione con Università, Enti e strutture di ricerca nazionali ed internazionali, centri pubblici e privati, imprese singole e associate;
- coordinamento del programma regionale di intervento per l'attuazione degli impegni assunti dal nostro Paese con la firma del Protocollo di Kyoto;
- gestione delle funzioni regionali relativamente alla disattivazione dell'impianto elettronucleare di Caorso e alla gestione in sicurezza dei prodotti radioattivi.

Il Comune e la Provincia di Modena hanno già da tempo avviato il processo di Agenda 21 Locale, strumento indispensabile per consentire la partecipazione dell'intera collettività modenese alle trasformazioni e per orientare il sistema economico, culturale e sociale verso lo **sviluppo sostenibile**.

Sono stati raggiunti alcuni importanti obiettivi come la condivisione dei principi fondamentali per orientare lo sviluppo del territorio modenese, l'individuazione dei necessari indicatori per monitorare il cambiamento e le capacità di attuazione delle nuove politiche sostenibili.

La Provincia di Modena ha aderito nel 1996 alla Carta di Aalborg e nel 1997 al Piano di Lisbona. Per ottemperare a tali impegni e per attivare un processo di partecipazione e di condivisione dell'azione ambientale locale, la Provincia di Modena ha deliberato il 5 giugno 1997, in occasione della Giornata mondiale per l'ambiente, la costituzione - insieme al Comune di Modena - del Forum Ambiente - Sviluppo Sostenibile. Hanno partecipato al Forum le organizzazioni rappresentative delle attività economiche e sindacali, dei cittadini e delle ONG, degli ordini professionali e degli organi di informazione, nonché altri livelli di governo ed istituzioni locali. Il *Forum*, quale sede privilegiata per la discussione e il confronto tra gli attori sociali, economici ed istituzionali del territorio modenese, ha individuato e svolto le funzioni di analisi relative allo stato dell'ambiente locale e alle politiche in atto, la consultazione nell'elaborazione degli strumenti di pianificazione territoriale, la proposta di definizione di politiche condivise e individuazione di azioni comuni per formare il Piano di azione ambientale e di sviluppo sostenibile.

Il Comune di Modena ha già avviato alcuni progetti sperimentali, importanti sia per i contenuti specifici sia per i risvolti promozionali, come ad esempio il progetto "Sperimentazione di nuovi strumenti per l'applicazione delle energie pulite nell'edilizia residenziale pubblica", ubicato nella frazione di Cognento (MO)" che ha come obiettivo lo sviluppo e la sperimentazione di nuove modalità di formulazione e criteri di selezione delle diverse offerte nei bandi pubblici di costruzione, associando ai tradizionali criteri di economicità gli aspetti qualitativi riferiti all'impiantistica e all'efficienza energetica. Il progetto vuole essere un esempio pilota e contribuire all'innovazione nella progettazione urbanistica per una cultura sostenibile. In esso sono contenuti numerosi riferimenti alla "Agenda XXI Locale (azioni del "Piano d'Indirizzo del FORUM AMBIENTE")", infatti, il tentativo è quello di un approccio complessivo, il più possibile vicino ad una metodologia di bilancio territoriale e ambientale: **"l'approccio per reti (mobilità, energia, acqua) e la città sostenibile"**. Inoltre, la valutazione dei fattori che concorrono a costruire il grado di sensibilità, la percezione ambientale e la promozione di comportamenti pro-ambiente e di

partecipazione: **“la percezione delle problematiche ambientali degli individui, i legami delle medesime con gli aspetti socio-economici della sostenibilità, lo scambio di informazioni fra gli operatori istituzionali che abbiano quest’ultima come obiettivo”**. In sintesi, le caratteristiche ecosostenibili del nuovo quartiere saranno relative a:

- **l’impianto urbanistico viario**: razionalizzazione della mobilità;
- **l’impatto ambientale degli edifici**: uso di materiali ecologici e risparmio energetico;
- **il risparmio della risorsa idrica**: realizzazione di un “impianto di fitodepurazione integrata”;
- **la tutela dal rumore**.

Inoltre, gli studi compiuti dal Comune di Modena hanno cercato di individuare la maggior parte delle tecnologie e delle misure che attualmente vengono proposte per razionalizzare l’uso dell’energia. Sinteticamente, è possibile indicare che **l’industria** dovrà sviluppare processi che utilizzino meno energia e migliorino l’efficienza di conversione, oltre al riciclo dei materiali di scarto e la loro sostituzione con altri che producono meno CO₂. Il settore dei **trasporti**, pubblico o privato, di persone e merci, oltre a promuovere l’impiego di veicoli meno inquinanti, necessita di una pianificazione ottimale dell’uso del territorio, dei sistemi di trasporto, della mobilità e dei sistemi di vita. Nell’**edilizia** commerciale e residenziale, invece, la migliore prestazione energetica degli edifici è perseguibile attraverso una coibentazione più efficace, una maggiore efficienza degli impianti di climatizzazione e la riduzione sia degli “usi elettrici non obbligati” (riscaldamento, acqua calda, cottura) sia negli apparecchi ricollegati ai cosiddetti “usi elettrici obbligati” (illuminazione, condizionamento, elettrodomestici).

Inoltre, svolgono un ruolo di rilevante importanza la definizione dei cosiddetti **standard di efficienza minima**, come ad esempio i limiti di rendimento minimo imposti per la commercializzazione e la gestione degli apparecchi e degli impianti di riscaldamento invernale, definiti dal **Dpr 412/93**. L’esperienza del Comune di Modena in ottemperanza al Dpr 412/93, attivata nella sua seconda fase nel luglio 2004, sta ottenendo un riscontro positivo e ha innescato importanti risvolti. Infatti, oltre a responsabilizzare molti utenti sull’uso corretto del proprio generatore di calore e sulla necessità di far eseguire le manutenzioni periodiche, proprio l’aumento del rendimento degli impianti termici ha comportato un ulteriore risparmio nei consumi di gas metano. Il minore consumo ha comportato un buon risparmio di CO₂. Il Comune di Modena, inoltre, si propone attivamente per lo sviluppo del mercato delle **energie rinnovabili**, della **cogenerazione** e del **teleriscaldamento** urbano, con l’obiettivo di raggiungere entro il 2010 una **riduzione dell’1% nelle emissioni dei gas serra** rispetto al valore del 1990: l’obiettivo deve essere considerato estremamente ambizioso e tale da richiedere scelte fondamentali in termini di cambiamento dei modelli di vita della società modenese.

Le strategie per conseguire un simile traguardo passano inevitabilmente attraverso la diminuzione della richiesta di energia da parte degli utenti a parità di funzione/servizio fruito e attraverso la diminuzione delle emissioni specifiche di CO₂ da parte del sistema a parità di funzione/servizio messo a disposizione.

La diminuzione della richiesta di energia è conseguibile, nello specifico, attraverso il risparmio energetico nella climatizzazione estiva-invernale, negli usi finali elettrici e nella riduzione dei consumi degli autoveicoli. **La diminuzione delle emissioni di CO₂** è ottenibile attraverso la produzione di energia e/o servizi mediante tecnologie e sistemi alternativi a minore impatto sull’ambiente, come lo sfruttamento delle energie rinnovabili, l’incremento dell’uso del trasporto urbano collettivo, la riduzione delle emissioni degli autoveicoli, la riduzione delle emissioni associate al sistema di raccolta e smaltimento RSU, la promozione degli impianti di **cogenerazione**, la limitazione delle emissioni di gas climalteranti e l’estensione dell’utilizzo del **Teleriscaldamento** e del **Teleraffrescamento**.

Da alcune stime effettuate dall'ENEA (estratte dal documento "ENEA, Sviluppo sostenibile Vol 16, Detrazione Irpef del 41% per interventi di risparmio energetico nella casa, luglio 1999, Roma) sui consumi energetici nel settore residenziale del nostro Paese, emerge come preponderante il dato relativo al riscaldamento.

Tab. 2.1 – Consumi energetici nel settore residenziale in Italia - Valori in milioni di tonnellate di petrolio equivalenti (Mtep). Fonte ENEA.

UTILIZZO	Gas Naturale	Gasolio	Elettricità	GPL	Altro	Totale
Illuminazione			1,3			1,3
Uso cucina	1,5			0,9		2,4
Acqua calda	2,4	0,7	0,9			4
Riscaldamento	13	6			3	22
TOTALE	16,9	6,7	2,2	0,9	3	29,7

Infatti, nelle prospettive di diminuzione della richiesta di energia da parte degli utenti a parità di funzione/servizio fruito, un interesse particolare è riservato specificatamente agli interventi di risparmio energetico nella climatizzazione sia estiva sia invernale, ottenibili, ad esempio, attraverso le **metodologie della progettazione bioclimatica e della bioedilizia**.

Per agevolare gli interventi di **bioedilizia**, il Comune di Modena, dando applicazione a quanto previsto dalla delibera del Consiglio regionale n. 849 del 4/3/1998, ha emesso la Delibera di Consiglio comunale n. 17 del 18/02/1999 per rendere possibili incentivi/agevolazioni ai soggetti privati, al fine dell'adozione di criteri energetico - ambientali, di salubrità e di comfort, inerenti i progetti di intervento edilizio: riduzione degli "oneri di urbanizzazione secondaria" relativi al contributo di concessione edilizia - del 50% per le costruzioni bioclimatiche, ecologiche o realizzate con tecnologie alternative non inquinanti, e del 20% per interventi di edilizia residenziale dotati di impianto termico ad energia solare o altro sistema analogo di risparmio energetico. Proprio nell'ambito della promozione della bioedilizia/bioarchitettura ed in accordo con ciò che è stato delineato dalle recenti norme regionali, il Comune di Modenasi sta adoperando per la promozione di metodologie ecologiche ed energeticamente convenienti anche nell'ambito delle ristrutturazioni.

Si ritiene che queste agevolazioni possano interessare almeno il 50% del mercato immobiliare di nuova realizzazione ed il 30% del mercato delle ristrutturazioni: in tali condizioni è ipotizzabile una riduzione generalizzata dei consumi per il riscaldamento invernale intorno al 5%. Analoga dimensione può essere attesa da un'adeguata espansione del mercato degli interventi di risparmio energetico promossi dagli attuali incentivi fiscali sul patrimonio edilizio esistente (dove è possibile arrivare a riduzioni dei consumi per la climatizzazione invernale dal 15% al 40%). Nell'ottica della pianificazione energetica per il Comune di Modena, assume un ruolo rilevante l'estensione della rete e il conseguente utilizzo del **Teleriscaldamento e del Teleraffrescamento**, secondo principi e logiche impiantistiche radicalmente diverse dal passato, in aree di estese e nuove urbanizzazioni quali, ad esempio, sono previste **nell'ambito del riassetto della nuova fascia ferroviaria**. In tale ambito è in fase di valutazione la proposta di allacciamento di insediamenti esistenti e di nuova costruzione al previsto potenziamento del vicino impianto di incenerimento dei rifiuti solidi urbani.

Gli studi promossi dall'Amministrazione hanno già individuato i campi d'intervento per il conseguimento del risparmio energetico, sinteticamente identificabili nel monitoraggio dell'andamento dei consumi nei vari settori di utilizzo finale e del complessivo Bilancio Ecologico Territoriale (B.E.T.): il cosiddetto ecobilancio è una metodologia di contabilità ambientale in grado di misurare la qualità e il trend delle matrici ambientali, il livello di pressione indotto sulle risorse

naturali dalle diverse componenti del sistema insediativo e l'efficacia delle politiche ambientali adottate dall'Amministrazione Comunale, per la cui realizzazione si rende necessaria la conoscenza di tutte le informazioni sul sistema urbano/territoriale in grado di contribuire alla determinazione dello "stato" dell'ambiente. Gli ulteriori campi di applicazione sono relativi all'aggiustamento dinamico della strategia contro l'effetto serra e delle politiche settoriali che ne discendono, nell'integrazione della strategia energetica nelle altre politiche di settore come la pianificazione urbanistica e la regolamentazione edilizia. Inoltre, sono considerati estremamente importanti i progetti dimostrativi di URE (Uso Razionale dell'Energia) nei settori elettrici e termici, la "vetrina" permanente per la promozione di tecnologie efficienti, i servizi di sensibilizzazione, informazione e consulenza ai cittadini e alle aziende, i progetti pilota di rating e di certificazione energetica degli edifici, la promozione di strumenti innovativi per accelerare gli investimenti nelle tecnologie più efficienti e nelle energie rinnovabili e il supporto alla creazione di "ESCO" Locali (Energy Services Companies), come pure di strutture a servizio dell'utente nell'ambito del finanziamento e della garanzia delle prestazioni di interventi avanzati di conservazione dell'energia.

3. IL RISPARMIO ENERGETICO

Se l'Amministrazione comunale è in grado di arrivare a definire una vera e propria "politica energetica", è comunque necessario che questa sia inquadrata nel contesto globale. I cosiddetti Paesi industrializzati, infatti, consumano oltre il 75% dell'energia complessivamente prodotta. I Paesi in via di sviluppo, invece, hanno la necessità di aumentare i loro consumi energetici per emergere dal sottosviluppo, ponendo preoccupanti interrogativi sull'equilibrio dell'ecosistema. Nell'ottica di quelle che saranno le "trasformazioni energetiche" globali, le azioni a livello locale anche delle singole Amministrazioni comunali, purché a fronte di una strategia comune come quella definita ad esempio per il processo di Agenda 21 locale, assumono un ruolo rilevante.

Esiste, infatti, la possibilità di ridurre drasticamente l'impatto ambientale dei processi di produzione, dei processi di trasformazione e degli usi finali dell'energia, utilizzando, nel breve periodo, tecnologie che consentono di ridurre i consumi di energia alla fonte a parità di servizi finali e sviluppando, nel medio periodo, tecnologie che consentono di usare le fonti rinnovabili per soddisfare il fabbisogno energetico.

L'impulso allo sviluppo e alla diffusione di tecnologie che riducono i consumi di energia alla fonte è il percorso metodologico che consentirebbe di ridurre le importazioni di energia e, contemporaneamente, creare nuovi posti di lavoro in attività che diminuiscono le emissioni di gas serra e ripagano i propri costi con i risparmi economici conseguiti.

Un esempio indicativo viene dagli Stati Uniti, dove gli interventi per l'isolamento termico, effettuati nel settore civile in seguito alle crisi petrolifere degli anni Settanta, hanno consentito di ridurre del 40% in media i consumi energetici per il riscaldamento, così come in Danimarca si è riscontrata una riduzione pari al 46%. Coibentazioni e sistemi di ricambio dell'aria particolarmente accurati, combinati con i criteri bioclimatici, alla fine degli anni '80 hanno consentito di realizzare, nei Paesi dell'Europa settentrionale e del Nord America, abitazioni che non necessitano di impianto di riscaldamento per assicurare una temperatura interna confortevole.

3.1 IL RISPARMIO ENERGETICO ATTRAVERSO I TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA

3.1.1 I Decreti Ministeriali 20 Luglio 2004 – Efficienza e risparmio energetico

I decreti ministeriali del 20 luglio 2004 (pubblicati sulla G.U. Serie Generale n. 205 del 1/09/2004) aggiornano e sostituiscono i precedenti DM 24 aprile 2001, istituendo un innovativo sistema di promozione delle tecnologie energeticamente efficienti.

Essi fissano l'obbligo per i distributori di energia elettrica e gas con bacini di utenza superiori ai 100.000 clienti di effettuare interventi di installazione di tecnologie per l'uso efficiente dell'energia presso gli utenti finali, in modo da ottenere un prefissato risparmio di energia primaria nei prossimi 5 anni (2005 – 2009).

A tale fine le aziende distributrici possono:

- ✓ intervenire direttamente;
- ✓ avvalersi di società controllate;
- ✓ acquistare titoli di efficienza energetica rilasciati dal Gestore del Mercato Elettrico alle società di servizi energetici (ESCO – Energy Service Companies), comprese le imprese artigiane e loro forme consortili che abbiano effettuato interventi fra quelli ammessi dai decreti stessi.

Con riferimento alle prime due opportunità la legge 23 agosto 2004 n. 239 (Legge Marzano) impedisce ai distributori ed alle società controllate di svolgere attività post-contatore presso la propria utenza, limitandone in parte le possibilità di azione, sebbene il vincolo sia aggirabile ricorrendo al franchising.

Questi decreti, recanti norme in materia di efficienza e risparmio energetico, pubblicati in G.U. n. 205 del 1° settembre 2004, attuano, rispettivamente, le deleghe di cui agli articoli 9, comma 1°, del D.Lgs. 79/99 e 16, comma 4°, del D.Lgs. 164/2000. I nuovi testi sostituiscono i precedenti decreti ministeriali del 24 aprile 2001, per adeguare le misure indicate nei provvedimenti alle esigenze emerse nel periodo di prima applicazione, confermando le linee generali del meccanismo per il rilascio dei Titoli di Efficienza Energetica, ma con alcune importanti novità:

- ✓ slittamento degli obiettivi, spostati nel periodo 2004 - 2009;
- ✓ maggior margine di manovra riservato alle Regioni;
- ✓ rilascio dei Titoli a carico del Gestore del Mercato (GME), e non dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG);
- ✓ un nuovo meccanismo sanzionatorio per i soggetti inadempienti;
- ✓ disposizioni per l'utilizzo delle risorse finanziarie sinora erogate.

I due decreti presentano un'identica struttura formale:

l'art. 3 determina gli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, da conseguirsi con interventi idonei ad assicurare il progressivo innalzamento, a partire dal 2004, dell'efficienza energetica, attraverso misure ed interventi che comportano una riduzione dei consumi di energia primaria (vale a dire, energia che non è stata sottoposta ad alcuna trasformazione), riportati al cap. 3.1.2.

Tali obiettivi - previsti a carico delle imprese di distribuzione alla cui rete erano allacciati non meno di 100.000 clienti finali alla data del 31 dicembre 2001 (con successivo decreto, entro il 31/12/2005, saranno definite le modalità di applicazione per le imprese di distribuzione con meno di 100.000 clienti al 31 dicembre 2001-art.4) dovranno conseguirsi con i progetti ricadenti nelle tipologie elencate nelle tabelle allegate ai decreti (art. 5), tabella 3.1.1; si dà *facoltà* alle regioni ed alle

Province autonome di prevedere tipologie di intervento integrative, rispetto a quelle individuate nei decreti ministeriali.

Tab. 3.1.1 – Tabelle A e B dell'Allegato 1 del DM 20 luglio 2004

INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI DI GAS NATURALE di cui all'Art. 3, comma 2
Tipologia di intervento 1 <i>Dispositivi per la combustione delle fonti energetiche non rinnovabili</i>
Tipologia di intervento 2 <i>Riduzione dei consumi di gas per usi termici</i>
Tipologia di intervento 3 <i>Climatizzazione ambienti e recuperi di calore in edifici climatizzati con l'uso di fonti energetiche non rinnovabili</i>
Tipologia di intervento 4 <i>Installazione di impianti per la valorizzazione delle fonti rinnovabili presso gli utenti finali</i>
Tipologia di intervento 5 <i>Recuperi di energia</i>
Tipologia di intervento 6 <i>Rifasamento elettrico</i>
Tipologia di intervento 7 <i>Motori elettrici e loro applicazioni</i>
Tipologia di intervento 8 <i>Sistemi per l'illuminazione</i>
Tipologia di intervento 9 <i>Electricity leaking</i>
Tipologia di intervento 10 <i>Interventi di sostituzione di altra fonte o vettore con energia elettrica, nei casi in cui sia verificata una riduzione dei consumi di energia primaria</i>
Tipologia di intervento 11 <i>Applicazioni nelle quali l'uso del gas naturale è più efficiente di altre fonti o vettori di energia</i>
Tipologia di intervento 12 <i>Elettrodomestici e apparecchiature per ufficio ad alta efficienza</i>
Tipologia di intervento 13 <i>Interventi per la riduzione della domanda di energia per il condizionamento</i>
Tipologia di intervento 14 <i>Formazione, informazione, promozione e sensibilizzazione</i>
Tipologia di intervento 15 <i>Veicoli elettrici e a gas naturale</i>

Il controllo sul rispetto della nuova disciplina è demandato all'AEEG o, in subordine, ad uno o più soggetti individuati dall'Autorità stessa, in coordinamento con le eventuali iniziative che le Regioni e le Province autonome assumeranno in materia di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili.

L'AEEG, sentite le regioni e le Province autonome ed a seguito di pubbliche audizioni degli operatori interessati, predispone e pubblica linee guida per la preparazione, l'esecuzione e la valutazione consuntiva dei progetti.

La verifica di conformità alle linee guida di cui sopra è effettuata dall'Autorità entro 60 giorni dalla ricezione della richiesta.

Al Regolatore, inoltre, competono le modalità di controllo (art. 7) nonché la verifica di conseguimento degli obiettivi e la comminazione di sanzioni (art. 11); queste ultime devono essere comunque superiori all'entità degli investimenti necessari a compensare le inadempienze.

Ai sensi dell'art. 8, i progetti necessari al rispetto degli obiettivi possono essere eseguiti con le seguenti modalità:

- mediante azioni dirette delle imprese di distribuzione;
- tramite società controllate dalle medesime imprese di distribuzione;
- attraverso società terze operanti nel settore dei servizi energetici, comprese le imprese artigiane e loro forme consortili (cd. ESCO) che potranno proporre autonomamente interventi di risparmio, pur non essendo soggette ad obbligo.

I costi sostenuti dalle imprese di distribuzione per realizzare i progetti finalizzati al conseguimento degli obiettivi di risparmio ed efficienza energetica *possono* trovare copertura limitatamente alla parte non coperta da altre risorse sulle componenti delle tariffe di trasporto e distribuzione, secondo criteri stabiliti dall'AEEG (art. 9). Tale dettato, non prevedendo l'automaticità della copertura in tariffa degli oneri sostenuti dai distributori, potrebbe rappresentare delle criticità.

Secondo il disposto dell'articolo 10, comma 1°, gli interventi per il risparmio di energia primaria diventeranno titoli di efficienza energetica (TEE), denominati anche certificati bianchi, di valore pari alla riduzione dei consumi certificata dall'Autorità: tali certificati verranno emessi dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) a favore delle imprese di distribuzione e degli altri soggetti menzionati all'art. 8.

A partire dal 2005, le imprese trasmetteranno all'Autorità i titoli di efficienza energetica posseduti, relativi all'anno precedente.

Il GME, nell'ambito della gestione economica del mercato elettrico, è tenuto ad organizzare - entro il 31 dicembre 2004 - una sede per la contrattazione dei TEE e predisporre le regole di funzionamento del mercato d'intesa con l'AEEG.

Il funzionamento di tale mercato ricalcherà quello dei Certificati Verdi e gli attori coinvolti saranno imprese di distribuzione, elettricità e gas, società da esse controllate ed ESCO.

Nella figura 3.1.1 è illustrato il meccanismo di funzionamento dei decreti nel caso più generale di intervento effettuato da parte di una ESCO:

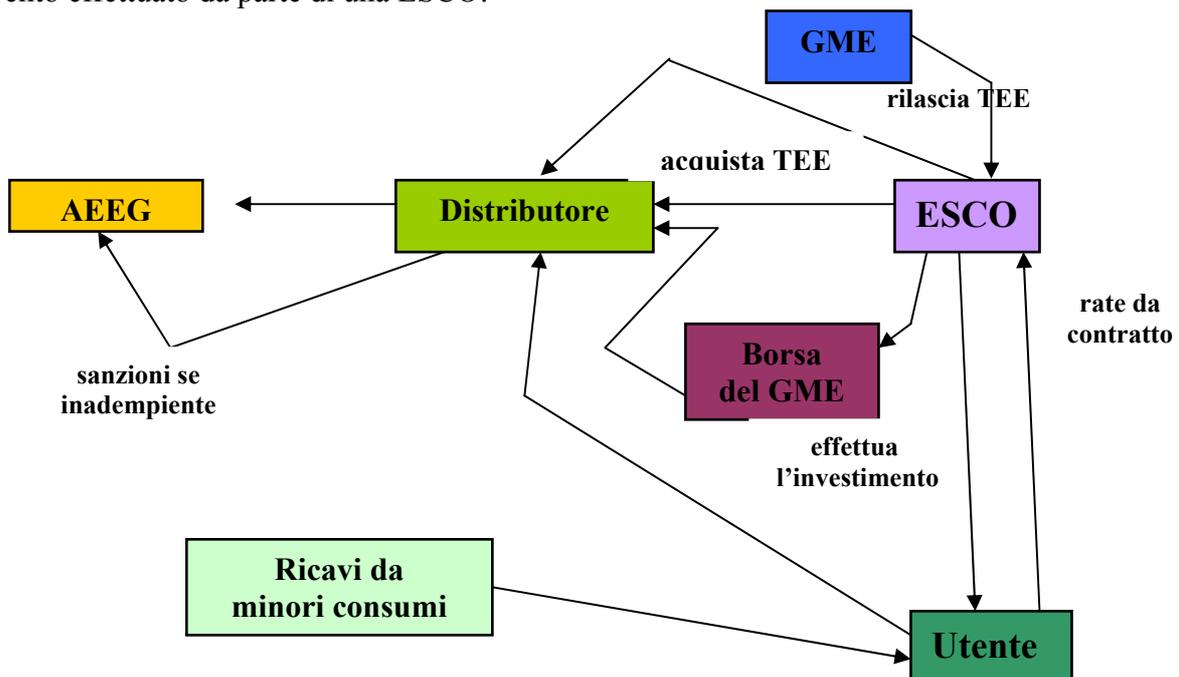


Figura 3.1.1 - Schema di intervento da parte di una ESCO con acquisto di titoli da parte del distributore

3.1.2 Obiettivi:

Si riportano le tabelle degli obiettivi complessivi tratte dai decreti:

Elettricità

Anno	Obiettivo cumulato (Mtep)	Obiettivo annuo (Mtep)
2005	0,1	0,1
2006	0,2	0,1
2007	0,4	0,2
2008	0,8	0,4
2009	1,6	0,8

Gas naturale

Anno	Obiettivo cumulato (Mtep)	Obiettivo annuo (Mtep)
2005	0,1	0,1
2006	0,2	0,1
2007	0,4	0,2
2008	0,7	0,3
2009	1,3	0,6

Complessivamente si tratta di un risparmio in fonti primarie di 2,9 Mtep in cinque anni.

Si ricorda che:

1 Mtep = 1 milione di tep = $\begin{cases} \rightarrow 1,2 \text{ miliardi di m}^3 \text{ di gas naturale} \\ \text{oppure} \\ \rightarrow 4,5 \text{ miliardi di kWh elettrici} \end{cases}$

3.1.3 Principali differenze fra i DM 20 luglio 2004 e i DM 24 aprile 2001

Riportiamo in questa sezione un elenco delle principali differenze introdotte dai DM 20 luglio 2004 rispetto ai DM 24 aprile 2001:

- gli obiettivi di risparmio sono stati ridefiniti, con partenza dal 1 gennaio 2005 (Art. 3);
- alcuni interventi (l'isolamento termico degli edifici, il controllo della radiazione entrante attraverso le superfici vetrate durante i mesi estivi, le applicazioni delle tecniche dell'architettura bioclimatica, del solare passivo e del raffrescamento passivo) concorrono al conseguimento degli obiettivi complessivi dell'impresa di distribuzione per un periodo di otto anni (Art. 4);
- con successivi decreti, possono essere individuati interventi che concorrono al conseguimento degli obiettivi per un periodo superiore o inferiore a cinque anni (Art.4);
- gli interventi realizzati nel periodo intercorrente tra il 1° gennaio 2001 e il 31 dicembre 2004 possono accedere ai Titoli di Efficienza Energetica, a seguito di parere conforme dell'Autorità;
- non sono ammissibili progetti ai quali siano stati riconosciuti contributi in conto capitale in data antecedente alla data di entrata in vigore del presente provvedimento (Art. 5, comma 4);
- non più i soli distributori, ma tutti i soggetti che possono ottenere i Titoli di Efficienza Energetica possono richiedere di verificare preliminarmente la conformità di specifici progetti

alle disposizioni del presente decreto e delle linee guida, per le tipologie di interventi non contenuti nelle schede standardizzate pubblicate dall’Autorità (Art. 5, comma 8);

- possibilità per i distributori di gas di accedere ai recuperi di tariffa anche per interventi che comportino una riduzione dei consumi di energia elettrica, e simmetricamente sul gas per i distributori elettrici (Art. 9);
- è il Gestore del Mercato Elettrico, non più l’Autorità, ad emettere i Titoli di Efficienza Energetica (Art. 10);
- maggiore flessibilità per i distributori nel perseguire gli obiettivi di risparmio (Art. 11, comma 3);
- le risorse finanziarie già previste e accantonate dai precedenti Decreti sono destinate all’effettuazione di diagnosi energetiche ed alla progettazione esecutiva di interventi su utenze energetiche la cui titolarità è di organismi pubblici, nonché all’esecuzione di campagne informative e di sensibilizzazione a supporto del risparmio energetico e dello sviluppo delle fonti rinnovabili (Art. 13).

Interventi aggiunti alla tabella A dell’allegato 1

- ✓ sistemi di rigenerazione e quadrigenerazione;
- ✓ sistemi a celle a combustibile;
- ✓ impiego di impianti alimentati a biomassa per la produzione di calore;
- ✓ recupero energetico nei sistemi di rigassificazione del GNL;
- ✓ impianti solari termici utilizzando macchine frigorifere ad assorbimento, anche reversibile, a pompa di calore.

3.1.4 Certificati bianchi e certificati verdi

Certificati Bianchi

I **certificati bianchi** sono emessi dall’Autorità per l’energia elettrica e il gas a favore dei soggetti (distributori, società da essi controllate o società operanti nel settore dei servizi energetici) che hanno conseguito i risparmi energetici prefissati. I soggetti possono rivolgersi alle ESCO (Energy Service Companies), o società di servizi energetici, specializzate nell’effettuare interventi nel settore dell’efficienza energetica, garantendo un supporto sia in fase di progettazione e costruzione dell’intervento, sia in fase di manutenzione.

L’obbligo a questa certificazione è riservato ai distributori con più di 100.000 clienti finali al 31 dicembre 2001, in quanto i decreti ministeriali 20 luglio 2004 impongono ad essi di raggiungere annualmente determinati obblighi quantitativi di risparmio dell’energia primaria per il quinquennio 2005/2009, a partire dal 1 gennaio 2005. Gli altri distributori possono essere comunque interessati a conseguire questi certificati, per porli successivamente sul mercato in quanto i distributori possono anche acquistare da terzi i certificati bianchi, senza realizzare direttamente i progetti di risparmio energetico.

Certificati verdi

I **certificati verdi**, definiti dall’art. 5 del DM 11/11/99, sono una certificazione di produzione che il Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) emette a favore dei produttori di energia rinnovabile e definiscono univocamente la quantità di energia rinnovabile prodotta da ciascun impianto. Questo dato è importante in quanto il Decreto Bersani (D. Lgs. 79/99) obbliga i produttori e gli importatori di energia elettrica, a partire dal 2002, ad immettere nel sistema elettrico nazionale una quota di energia prodotta da fonti rinnovabili pari al 2% della loro produzione (o importazione).

Questi certificati si possono anche acquistare da aziende che ne dispongono; così i produttori di energia da fonte rinnovabile avranno, oltre al ricavo derivante dalla cessione dell'energia elettrica sul mercato, una incentivazione a copertura dei maggiori costi di produzione.

3.1.5 Caratteristiche delle ESCO e i fattori che contribuiscono a facilitarle

L'evoluzione del mercato dell'energia indica finalmente anche per l'Italia nuove interessanti opportunità per le "ESCO", che in italiano potrebbero tradursi come "Società di servizi per la gestione ottimale dell'energia". La difficoltà di traduzione è anch'essa un sintomo della lentezza con cui questo tipo di business si è sviluppato finora in Italia, al confronto con l'ampia diffusione che le ESCO hanno negli USA ed anche nei Paesi del Centro e Nord Europa. In tali Paesi avviene correntemente che Enti pubblici o privati, proprietari o gestori di edifici, facciano un contratto ad una parte terza (diversa dal puro fornitore di combustibile o semplice installatore di impianti), che si assume la responsabilità di ridurre i costi energetici dell'edificio o degli edifici selezionati, prendendosi totalmente in carico la gestione energetica, con l'indicazione di una percentuale di risparmio.

In Italia, un'iniziativa di promozione delle ESCO avviata dall'ASTER di Bologna solo una decina di anni fa, nell'ambito delle attività della rete OPET (Organizzazioni per la promozione delle tecnologie energetiche), si concluse con un nulla di fatto per l'impossibilità di individuare istituti finanziari italiani interessati ad operazioni nel campo del risparmio energetico.

Sicuramente le liberalizzazioni del mercato elettrico (D.Lgs. 16-03-1999 n.79) e del gas (D. Lgs. 23-05-2000, n.164) hanno stimolato l'attenzione a ridurre i costi energetici ed a ricercare alternative alla fornitura abituale. Le problematiche ambientali legate al cambiamento climatico hanno posto in primo piano la necessità di frenare l'aumento della produzione di gas serra, favorendo lo sviluppo della produzione da energie rinnovabili (DM 11-11-1999 sui certificati verdi). I due DM del MICA del 24-04-2001 sui titoli di efficienza energetica favoriscono di fatto l'attività delle ESCO, che possono vendere, in aggiunta ai propri servizi di risparmio energetico, anche i corrispondenti titoli alle aziende distributrici di gas ed elettricità che ne hanno bisogno per raggiungere gli obiettivi imposti dal Decreto.

Anche le Regioni, in virtù del decentramento amministrativo (D.Lgs. 31-03-1998, n.112), hanno ripreso interesse alle tematiche dell'energia. Il Piano Energetico Regionale della Toscana (Delib. N. 1 del 18-01-2000) individua una specifica strategia per promuovere le ESCO, quale strumento per ottenere la riduzione delle emissioni inquinanti, riconoscendo tra l'altro anche a queste imprese il titolo di cliente libero per l'acquisto di elettricità (Deliberazione n.253 del 28-11-2000).

Siamo in realtà in presenza di un'ampia varietà di modelli, che in qualche modo fanno riferimento alle ESCO. La tipologia ideale è quella rappresentata da una società che vende risparmio energetico sotto forma di servizio, svolgendo internamente la funzione di gestione di progetto (incluso il coordinamento finanziario), ma rivolgendosi all'esterno per le competenze di progettazione, fornitura, installazione e approvvigionamento finanziario. In questo modo, l'ESCO può garantire al cliente di non avere altro interesse economico che la massimizzazione del risparmio energetico (fatte salve le clausole contrattuali). Sul mercato operano tuttavia con le modalità di una ESCO anche società che svolgono altri ruoli aggiuntivi (vendita di componenti, manutenzione, installazione, servizi finanziari alle imprese, vendita di combustibili o elettricità). Caratteristica delle ESCO è sempre quella di operare l'investimento con mezzi finanziari terzi (diversi cioè da quelli del cliente o del fornitore della tecnologia), operazione che viene definita come "finanziamento tramite terzi" (in inglese Third Party Financing, in sigla TPF). Il modo più semplice per identificare una società come ESCO è tuttavia quello di fare riferimento al tipo di contratto: possiamo perciò definire ESCO una società che offre contratti a risultato, in cui il risultato è espresso in modo prevalente in termini di risparmio energetico.

3.1.6 Come si realizza un contratto di risultato sul risparmio energetico?

Un tipo molto diffuso di contratto si basa sulla definizione di un livello iniziale di consumi (derivato dall'analisi dei consumi storici dell'edificio), sulla scelta di una percentuale di risparmio energetico da ottenere e sulla suddivisione del risparmio economico corrispondente tra la ESCO ed il proprietario/gestore dell'edificio (in inglese si definisce come "sharing savings"). Un'altra soluzione è quella di lasciare il 100% del risparmio alla ESCO, ma per un periodo più breve rispetto al precedente, dopo di che il risparmio passa tutto al proprietario/gestore ("saving out"). In ogni caso, al termine del contratto, la proprietà delle apparecchiature installate passa al proprietario/gestore, che usualmente definisce anche le condizioni alle quali vanno riconsegnati gli impianti (in termini di vetustà, manutenzione, etc...).

Le Amministrazioni Pubbliche in Italia mostrano una certa riluttanza a sperimentare questo tipo di contratti, nonostante l'evidente convenienza economica. Gioca contro sia l'attaccamento alla consuetudine (è più semplice affidare contratti di manutenzione o di gestione calore che si limitano a far funzionare gli impianti senza troppi problemi), sia la tendenza ad affidare la gestione degli immobili a forme di "global service" in cui il risparmio energetico non viene neppure citato, restando schiacciato dagli altri servizi di guardiania, pulizia, manutenzione. Esistono invece alcuni esempi interessanti, il Comune di Grosseto, ad esempio, ha bandito una gara per l'affidamento del "Servizio di risparmio e di efficienza energetica in elettricità volto anche all'abbattimento dei livelli di inquinamento in regime di Finanziamento Tramite Terzi, senza investimenti da parte del Comune". La gara, pubblicizzata come categoria 27 dell'allegato II del D.Lgs.157/1995 è stata aggiudicata in base al criterio di cui agli artt.6 lettera b e 23, comma 1, lettera b dello stesso decreto. Il bando fissa una cifra minima di risparmio annuo (150 milioni) ed una durata di 15 anni. L'offerta economica poteva essere migliorativa sul minimo garantito ed anche indicare una percentuale del corrispettivo di efficienza da destinare all'Amministrazione Comunale.

Più flessibile è l'approccio seguito dal Comune di Alghero, che ha prodotto un avviso pubblico per l'individuazione dell'impresa alla quale affidare il Servizio di risparmio ed efficienza energetica con finanziamento tramite terzi, senza investimenti a carico del Comune, richiedendo semplicemente: il risparmio minimo atteso lasciando a carico e rischio dell'offerente le scelte tecnologiche, metodologiche e contrattuali ritenute necessarie. L'offerta deve indicare la quota di risparmio da lasciare al Comune e la durata contrattuale.

Altri esempi più diffusi sono i capitolati d'appalto per servizi di gestione energia predisposti da diverse Amministrazioni Locali, in cui si prevede, oltre alla fornitura combustibile, esercizio e manutenzione, anche la "riqualificazione" degli impianti, di solito sulla base di un capitolato tecnico dettagliato (si può citare come esempio quello della Provincia di Cremona, di durata quinquennale, espletato nel 1999). I bandi che sono stati lanciati dal CONSIP (Ministero del Tesoro), per la gestione calore negli edifici degli enti pubblici, hanno pure un'impostazione simile, in quanto richiedono alle ditte partecipanti di offrire sulla base di una formula contrattuale che incentiva il risparmio energetico (il prezzo di aggiudicazione è rapportato solo ai metri cubi, ai gradi-giorno ed alle ore di riscaldamento previste, lasciando così al gestore tutti i vantaggi derivanti da interventi di risparmio energetico, mentre il servizio è definito sulla base delle condizioni di *comfort* da garantire all'interno degli ambienti). In questo caso però è lasciato totalmente agli offerenti di individuare le soluzioni per ridurre i consumi.

3.1.7 Titoli di efficienza energetica nel settore residenziale

Il nuovo e principale sistema di incentivazione del risparmio energetico è costituito dal meccanismo di riconoscimento dei titoli di efficienza energetica precedentemente descritti.

Per meglio comprendere le nuove procedure che potranno aprirsi nel risparmio energetico, facciamo alcuni esempi.

Campagna di promozione sulle caldaie monofamiliari a 4 stelle

La nuova etichettatura energetica comunitaria classifica come caldaia al livello massimo di efficienza di combustione le caldaie a gas a condensazione, già ben presenti sul mercato, ma la cui diffusione è limitata, soprattutto per quelle ad uso monofamiliare, da una barriera ancora sensibile costituita dal maggior prezzo di acquisto, nonché della necessità di operare modifiche alla canna fumaria esistente (tranne alcuni casi previsti dalla legge in cui è concesso lo scarico a parete).

Per abbattere questa barriera sono necessari sia incentivi di tipo economico, sia maggiore informazione e sensibilizzazione degli utenti finali. Un ruolo di promozione è svolto anche da alcuni Enti locali (p. es. la Provincia di Modena) che mette a disposizione un contributo in conto capitale che può coprire una percentuale fino al 30% del costo di acquisto.

La Regione può dal suo canto individuare come uno dei filoni prioritari di intervento la maggiore efficienza di combustione nel settore residenziale, quale contributo tra l'altro alla riduzione dell'inquinamento atmosferico nei centri urbani.

La proposta di attuazione dei DM 24-04-01 presentata dall'Autorità allega a titolo di esempio una scheda proprio per la valutazione standardizzata dei risparmi energetici ottenibili con l'utilizzo di caldaie monofamiliari a condensazione. Purtroppo il valore presentato nella scheda, riferito al solo caso di installazione di caldaia in edifici di nuova costruzione, è irrisorio, in quanto il beneficio energetico è calcolato prendendo come riferimento la caldaia di livello immediatamente inferiore (quella classificata 3 stelle), che ha ben poca differenza di prestazioni rispetto a quella a 4 stelle, mentre in realtà le caldaie attualmente più diffuse sul mercato sono quelle a 2 stelle. Contando in una revisione dei valori indicati nella scheda, almeno nel caso di sostituzione di caldaie esistenti, come invocato da più parti nella fase di inchiesta pubblica del documento dell'Autorità, si può ipotizzare che il contributo totale riconosciuto per 5 anni consecutivi dall'Autorità ai distributori per questo tipo di intervento corrisponda circa al 30% del costo di installazione.

Si vede pertanto come esistano le basi per un abbattimento concreto della principale barriera all'acquisto, grazie alla combinazione di un incentivo economico (che potrebbe integrare incentivi degli enti locali con quello del distributore) con efficaci iniziative di comunicazione rivolte agli utenti finali. Sulla base di questi elementi, si può ipotizzare che un esempio di efficace organizzazione di un'iniziativa in questo campo potrebbe essere schematicamente così sviluppata:

- L'iniziativa sarà svolta a totale responsabilità del distributore di gas o elettricità
- Il distributore farà pubblicità attraverso sia le bollette gas che i *media*, con distribuzione di buoni sconto.
- Gli utilizzatori finali potranno rivolgersi agli installatori e presentare il buono sconto e beneficiare della riduzione.
- Gli installatori incasseranno il buono sconto presso il distributore.

Il distributore riceve dall'Autorità l'equivalente in euro dell'energia risparmiata sulla base del calcolo standardizzato, commisurato solo al numero di caldaie installate (nelle rispettive zone, con o senza acqua sanitaria). Per le iniziative di promozione, collegate a campagne di vendita, il documento dell'autorità prevede un ulteriore contributo, destinato a compensare i costi pubblicitari affrontati dal distributore, calcolato sulla base di una quota forfettaria aggiuntiva pari al 5-10% dell'energia effettivamente risparmiata dalle caldaie di cui si dimostra l'installazione (attraverso il calcolo standardizzato), quota che premia gli effetti che presumibilmente la campagna di

informazione e promozione produce su altri utenti, che non necessariamente usufruiranno degli incentivi proposti ed assegnati dal distributore.

Qualora esistano altri incentivi pubblici (detrazione fiscale del 36%, incentivi regionali o provinciali), si potrà stabilire un efficace coordinamento tra enti pubblici e distributore, affinché sia esso stesso a gestire anche le incentivazioni pubbliche, sia come sportello informativo, sia come erogatore di eventuali contributi per conto dell'ente.

Altre campagne di questo genere sono ipotizzabili per le lampade ad alta efficienza, per gli elettrodomestici di classe elevata, per gli scaldabagni a gas stagni ad accensione piezoelettrica, per scaldacqua solari, etc...

Risparmio energetico nei condomini

Quest'ultimo esempio è intermedio tra i due precedenti, in quanto può vedere una stretta interazione tra ESCO e distributori. Mentre il distributore può avere un ruolo importante nella fase di informazione e promozione (come descritto nel primo esempio), il ruolo della ESCO diviene più adatto nella fase di diagnosi, piano di intervento e soprattutto fornitura di un servizio energia basato su un contratto a risultato di risparmio energetico. Un accordo preventivo per la cessione dei titoli a prezzo prestabilito, ovvero una diretta attribuzione dei titoli al distributore con un accordo commerciale separato tra distributore ed ESCO sono due possibili forme di collaborazione tra i due. In questo caso appare molto delicata la fase decisionale, in quanto le assemblee di condominio hanno una costituzionale difficoltà a fidarsi di una proposta esterna, prevalendo le diffidenze e lo scetticismo sulle promesse dei fornitori. In teoria, la proposta di tipo ESCO dovrebbe essere l'ideale, perché sposta il rischio dal condominio al fornitore. Ciò nonostante è probabile che sia utile un'azione di informazione e supporto consultivo da parte dei distributori o di organismi da essi delegati (ad es. le agenzie per l'energia), che potrebbe giungere fino ad una specie di *certificazione* della proposta, a garanzia del cliente.

3.1.8 Titoli di efficienza energetica nel settore produttivo

Risparmio energetico nelle imprese

Poiché gli interventi di efficienza energetica nelle imprese sono in genere diversi caso per caso, sia in termini quantitativi che in termini tecnologici, la valutazione difficilmente può essere di tipo standardizzato, ma spesso dovrà essere di tipo ingegneristico o più probabilmente a valutazione consuntiva.

In questo caso l'azienda si rivolgerà ad un tecnico che, dopo un'adeguata analisi dei consumi ed una diagnosi delle inefficienze, suggerirà un piano d'intervento con relativo programma di monitoraggio ai fini della determinazione del risparmio.

Questo tipo di consulenza è tipica di una ESCO, che sulla base del piano d'intervento può proporre all'azienda un contratto a risultato basato sul risparmio energetico previsto, senza investimento da parte dell'impresa. Ottenuto il consenso del cliente, la ESCO dovrà rivolgersi ad una struttura locale delegata dalla Regione per farsi pre-approvare l'intervento ed il piano di monitoraggio. Superato questo ostacolo potrà procedere nell'intervento, ultimato il quale, e misurato il risparmio annuo, potrà ottenere la certificazione del risparmio ed il relativo titolo di efficienza energetica dall'Autorità.

Per vendere il titolo ad un distributore la ESCO ha due possibilità: accordarsi preventivamente col distributore, concordando a priori un prezzo per il titolo prima ancora che venga emesso, oppure aspettare e cederlo dopo la certificazione al prezzo di mercato (realizzando forse di più ma con un maggior rischio).

3.2 IL RISPARMIO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

Nel nostro Paese, come in Europa e negli Stati Uniti, un terzo del totale dei consumi finali di energia ancora oggi deriva dal settore civile, responsabile del 30-40% delle emissioni di CO₂.

L'Amministrazione Comunale ha il compito, tra gli altri, di promuovere e garantire la qualità energetico - ambientale dei processi di trasformazione urbanistica della Città; per orientare le scelte urbanistiche verso uno sviluppo che sia anche sostenibile, cui è di ausilio il Piano di Azione di Agenda 21 Locale. Per ottenere tale risultato è necessario operare sinergicamente su tutti i vari possibili livelli di pianificazione.

3.2.1 L'impegno del Comune di Modena nella riduzione dei gas climalteranti

L'azione sviluppata dal Comune di Modena per la riduzione dei consumi energetici si muove all'interno di un più ampio progetto per la protezione del clima e per il miglioramento della sostenibilità urbana. Quest'ultimo prende le mosse e si collega ad una approfondita analisi del sistema energetico territoriale e dei soggetti che in esso operano.

Tale analisi è stata effettuata a partire dal 1996 attraverso un attento monitoraggio dei seguenti indicatori:

- Consumo in fonti energetiche primarie (elettricità, gas, combustibili);
- Emissioni caratteristiche (gas serra, inquinanti tradizionali) delle filiere considerate;
- Intensità energetiche specifiche (TEP/abitante, TEP/Unità di PIL);
- Emissioni specifiche di gas serra (CO₂ equivalente/abitante, CO₂ equivalente/Unità di PIL).

A questo sono associate diverse azioni mirate alla riduzione delle emissioni dei gas climalteranti.

All'interno della Azienda Comune quest'impegno si è mosso attraverso azioni ed iniziative che hanno permesso di portare il valore delle emissioni serra indotte (relativamente ai consumi di elettricità, gas e combustibili liquidi per i servizi istituzionali, compresa la illuminazione pubblica) da 31.637 tonnellate CO₂ equivalenti registrate nel 1992 ad un valore 2002 di 24.008 tonnellate CO₂ equivalenti.

L'Azienda Comune di Modena ha registrato pertanto nell'arco di un decennio una riduzione delle emissioni climalteranti indotte superiore al 24%.

Questo risultato, in controtendenza con la situazione nazionale, può essere associato ai miglioramenti di prestazioni del sistema energetico comunale sopra indicati come:

- riduzione dei consumi elettrici;
- tenuta, in termini quantitativi, e miglioramento, in termini qualitativi, dei consumi del parco automezzi comunale con l'adozione di automezzi a metano;
- riduzione sia in termini quantitativi, che miglioramento, attraverso la eliminazione dei combustibili liquidi, dei consumi per la climatizzazione invernale;

E' bene però ricordare che questo risultato è stato ottenuto anche grazie a fattori esterni come:

- il miglioramento della efficienza di produzione elettrica ENEL (-15%);
- il ruolo non marginale (circa 5%) della quota di autoproduzione di energia elettrica da fonti rinnovabili realizzata a partire dal 1995 nel Comune di Modena (Cogeneratore installato presso la piscina "Dogali".

3.2.2 Utilizzo di energie prodotte da fonti rinnovabili (radiazione solare)

Nel corso degli ultimi tre anni il Comune di Modena ha inoltre contribuito direttamente allo sviluppo sostenibile del suo patrimonio edilizio, con l'adozione di impianti che utilizzano energie rinnovabili. In particolare sono stati installati nei primi mesi del 2005, 4 impianti fotovoltaici aventi ciascuno una potenza di 2 kWp (chilowatt di picco) sulle coperture delle seguenti 4 scuole comunali: le scuole elementari Palestrina, Saliceto Panaro e Rodari e la scuola media Carducci.

Questi impianti sono stati realizzati al servizio degli istituti scolastici, perché tra le loro prerogative c'è quella di rappresentare un esempio per gli alunni e per i loro genitori, di come si può produrre energia elettrica direttamente dal sole senza l'utilizzo di vettori energetici di origine fossile, sperando di generare un sistema virtuoso, che venga imitato anche dalla cittadinanza. A questo scopo, ogni impianto è stato dotato di un display in cui si possono leggere la potenza elettrica istantanea sviluppata e l'energia prodotta annualmente.

Attualmente è inoltre in corso di realizzazione un impianto fotovoltaico di grandi dimensioni presso la Fiera di Modena. Il Comune di Modena è stato infatti ritenuto degno di un cospicuo finanziamento, pari all'85% del valore dell'opera, per la realizzazione di impianti fotovoltaici a grande scala ad alta valenza architettonica. L'opera è costituita da un impianto fotovoltaico che può sviluppare una potenza di 32 kWp (chilowatt di picco), da installarsi su una pensilina metallica, di nuova realizzazione, che svolge la funzione di copertura del percorso pedonale che, dall'area adibita a parcheggio della Fiera di Modena, adduce il pubblico verso l'ingresso principale del complesso fieristico. Tale pensilina si estende per oltre 140 metri e su di essa sono montati 192 moduli fotovoltaici, ognuno dei quali ha una superficie di 1,5 mq. La produttività energetica prevista è di 35.000 kWh all'anno.

Sono inoltre stati già realizzati nel corso dell'anno 2004 anche due impianti che sfruttano la radiazione solare per il riscaldamento dell'acqua.

Un impianto è stato realizzato presso la piscina comunale "Dogali". Questo impianto utilizza 63 mq di pannelli solari vetrati tradizionali per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria a servizio delle docce, la cui produttività energetica annuale è di circa 50.000 kWh. Sempre presso la piscina "Dogali" sono stati poi installati 300 mq di pannelli non vetrati, costituiti da fasci di tubi in materiale plastico (polipropilene) per il riscaldamento dell'acqua della vasca olimpionica da 50 metri. Questi pannelli utilizzati prevalentemente nel periodo estivo hanno una produttività energetica di 120.000 kWh, nel periodo compreso tra maggio e settembre.

Un altro impianto solare che sfrutta lo stesso principio è stato realizzato presso la casa per ferie di Pinarella di Cervia (Ravenna), di proprietà del Comune di Modena. Sono stati in questo caso installati 40 mq di pannelli solari che sono di ausilio al riscaldamento dell'acqua calda ad uso sanitario.

Questi interventi vogliono rappresentare il contributo del Comune di Modena alla riduzione dei gas clima alteranti, derivanti per lo più dall'utilizzo di fonti energetiche di origine fossile (che sono le responsabili più accreditate dell'emissione di gas serra), per dare un contributo concreto alla salvaguardia dell'atmosfera del nostro pianeta.

Infatti la componente meno ottimistica della comunità scientifica internazionale segnala la necessità di ridurre, nel corso del XXI secolo, la produzione di gas clima alteranti del 50% rispetto allo stato attuale. Attualmente questo obiettivo sembra piuttosto difficile da raggiungere se si pensa che l'emissione di CO₂ si è attestata nel 1997 intorno alle 22,5 miliardi di tonnellate all'anno, e che la International Energy Agency stima che si arriverà nel 2020 ad una emissione di 36 miliardi di tonnellate di CO₂ all'anno. L'emissione incontrollata di gas clima alteranti ha provocato nel secolo scorso un aumento di temperatura pari a circa 0,8 °C, e si prevede che, se non viene adottata una diversa politica energetica, si registrerà un aumento di temperatura di circa 5,8°C nel 2100. L'Europa si è distinta per la sensibilità dimostrata verso questo tema, tanto che nell'ambito del protocollo di Kyoto, l'Unione Europea si impegna a ridurre le emissioni di CO₂ del 18% entro il 2010, rispetto ai valori del 1990, e a più che raddoppiare la produzione di energia da fonti rinnovabili. In particolare, gli obiettivi che si è posti l'Italia al 2010 sono di portare la quota delle energie rinnovabili dal 5,3 al 12% e di ridurre del 6,5 le emissioni di CO₂ rispetto al 1990. Purtroppo a tutt'oggi non si è registrata nel nostro paese una diminuzione, ma bensì un aumento della emissioni annuali di gas clima alteranti, rispetto ai valori misurati nel 1990.

3.3 TECNOLOGIE E STRUMENTI PER L'UTILIZZO RAZIONALE DELL'ENERGIA NELL'EDILIZIA

Nel settore edile ed in particolare in quello civile–residenziale, l'adozione di particolari sistemi e il ricorso a specifiche tecnologie consente di ottenere analoghe prestazioni o di migliorarle impiegando un quantitativo minore di energia. Questi sistemi e/o tecnologie consentono un minore impiego di energia derivata da combustibili fossili che si traduce in benefici ambientali ed in un risparmio economico per il consumatore. Il consumatore, però, deve farsi carico di un investimento iniziale che, nella maggior parte dei casi, è decisamente superiore a quello delle tecnologie cosiddette convenzionali. Inoltre, la progettazione e l'installazione di tali impianti, che richiedono un alto grado di specializzazione e di esperienza, e le difficoltà gestionali legate alla manutenzione e all'assistenza, in alcuni casi possono fungere da deterrente per il cittadino. Il presente Piano vuole presentare alcune di queste tecnologie, ormai diffuse e consolidate, e ricorrere ad aggiornamenti ogni volta che si presenteranno soluzioni e tecnologie nuove atte ad un utilizzo razionale dell'energia.

Per aiutare la diffusione di alcune di queste tecnologie possono essere concessi degli incentivi, delle agevolazioni oppure, tali soluzioni tecnologiche possono essere imposte come prescrizione all'interno della normativa tecnica comunale, negli strumenti che regolano il processo edilizio (es: regolamento edilizio comunale).

3.3.1 Cogenerazione e trigenerazione

Le linee d'azione e le scelte operative che l'Amministrazione Comunale intende delineare sono configurate nell'ambito delle strategie comunitarie, statali e regionali. L'obiettivo è quello di promuovere l'efficienza della produzione energetica, soprattutto con riferimento al protocollo di Kyoto, in quanto il miglioramento dell'efficienza impiantistica e del rendimento di produzione dell'energia elettrica è uno dei fattori chiave per raggiungere in maniera economicamente praticabile gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂, citati in precedenza, che l'Italia si è imposta di raggiungere al 2010.

Oltre ad un forte impatto positivo sull'ambiente, una migliore efficienza energetica degli impianti comporta una politica energetica maggiormente sostenibile, una maggiore sicurezza degli approvvigionamenti e numerosi altri vantaggi, non da ultimo quello di una minore spesa per l'acquisto dell'energia.

A causa degli ostacoli del mercato che impediscono la soddisfacente diffusione di una tecnologia energetica efficiente e l'uso razionale dell'energia, esiste un potenziale economico di miglioramento dell'efficienza energetica, in Europa, pari a oltre il 18% dell'attuale consumo energetico. Tale potenziale energetico equivale a oltre 160 Mtep, che corrisponde grosso modo all'intera domanda finale di Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Grecia e Paesi Bassi, e di poco inferiore a quella del nostro Paese.

Il “Piano d'Azione per migliorare l'efficienza energetica nella Comunità europea”, ad esempio, delinea politiche e misure per la rimozione di questi ostacoli e che quindi consentano lo sfruttamento di detto potenziale energetico. Il raggiungimento dell'obiettivo comunitario di un **raddoppio dell'impiego della cogenerazione, fino ad arrivare entro il 2010 al 18% della produzione di energia elettrica dell'UE**, consentirebbe di evitare entro il 2010 un ulteriore quantitativo di emissioni di CO₂ pari a 65 Mt l'anno (*European Cogeneration Review*, luglio 1999).

Oggi in Italia si consuma combustibile separatamente per produrre energia elettrica nelle centrali termoelettriche, che utilizzano fonti fossili, e poi si consuma altro combustibile nelle caldaie

domestiche ed industriali per il riscaldamento degli ambienti e per il calore necessario per i processi tecnologici. La cogenerazione produce invece contemporaneamente elettricità e calore, consumando combustibile una sola volta ed in un solo luogo. Pertanto, rispetto alla generazione di energia separata, la cogenerazione permette di risparmiare circa il 35-40% della fonte energetica primaria, e di conseguenza una direttamente proporzionale riduzione delle emissioni di CO₂. Questo può essere spiegato dal fatto che una centrale termoelettrica convenzionale, la quale brucia combustibile fossile (derivati del petrolio e/o gas metano) per la produzione di energia elettrica, ha una efficienza che non supera il 40%, mentre il restante 60% viene disperso sotto forma di calore, ceduto ai fumi ed alle acque di raffreddamento. In un impianto di cogenerazione il calore prodotto dalla combustione viene invece recuperato per altri usi sotto forma di energia termica, e non viene disperso, evitando quindi un ulteriore riscaldamento dell'atmosfera. La cogenerazione raggiunge efficienze complessive del 90% e questo porta i seguenti vantaggi:

- risparmio dell'energia primaria di circa il 35-40%;
- riduzione dell'impatto ambientale in riferimento alla produzione di energia elettrica;
- diminuzione delle emissioni di gas serra clima alteranti (CO₂);
- diminuzione dei costi energetici della struttura cui è a servizio.

Una tecnologia relativamente nuova è quella della Microcogenerazione (cogeneratori da 25 kWe a 1 Mwe), che consiste nella sostituzione della caldaia tradizionale per il riscaldamento con un motore endotermico o una piccola turbina a gas alimentati a metano. Essa inoltre abbina ai vantaggi citati in precedenza anche quello della vicinanza tra produzione e consumo di energia, eliminando la necessità di predisporre costose reti di teleriscaldamento ed azzerando le perdite, non trascurabili, nella distribuzione dell'energia elettrica e termica. Nel caso di sostituzione di una caldaia a gasolio, con tali impianti, si arriva a riduzioni delle emissioni di gas clima alteranti che possono raggiungere il 70%.

Tuttavia, perché questi indiscutibili vantaggi vengano pienamente sfruttati, è necessario che l'energia termica prodotta in combinazione con l'energia elettrica possa essere utilizzata dalla struttura dove essa è installata, o possa essere distribuita attraverso piccole reti di teleriscaldamento. Pertanto sono necessarie scelte urbanistiche strategiche che prevedano la localizzazione di questi impianti in prossimità de aree adatte al loro utilizzo, senza subire una penalizzazione dovuta a perdite di trasporto del calore in reti di teleriscaldamento eccessivamente lunghe.

L'abbinamento poi di un cogeneratore con un refrigeratore ad assorbimento (chiller) consente la realizzazione di impianti in grado di produrre contemporaneamente energia elettrica, energia termica per il riscaldamento e di provvedere anche al raffrescamento estivo. Questa combinazione è resa possibile dalla capacità del refrigeratore ad assorbimento di produrre il freddo utilizzando il calore prodotto dal cogeneratore. Questo impianto evita quindi l'elevato consumo di energia elettrica che richiede la climatizzazione estiva convenzionale, con l'utilizzo di condizionatori a compressore. Il condizionamento estivo con l'utilizzo di impianti ad assorbimento consente un risparmio della fonte energetica primaria del 50%, rispetto ad un condizionatore tradizionale.

I vantaggi della trigenerazione possono essere sintetizzati in:

- una maggiore affidabilità dell'approvvigionamento di energia elettrica
- benefici economici dovuti al risparmio nell'acquisto dell'energia elettrica
- risparmio della fonte energetica primaria nell'ordine del 50%, rispetto alla produzione di elettricità, calore e freddo separatamente
- riduzione nelle emissioni specifiche di inquinanti atmosferici e gas clima alteranti.



Figura 3.3.1 – Impianto di cogenerazione per la produzione combinata di elettricità e calore

3.3.2 Teleriscaldamento

L'attuale rete di teleriscaldamento si rivolge ad una utenza pari a 2.361 alloggi e corrispondente a circa 8.263 abitanti. Attualmente il calore che alimenta l'impianto è prodotto utilizzando delle caldaie a vapore, le quali hanno una efficienza energetica migliorabile. Ulteriori possibilità di sviluppo e miglioramento sono legate all'ipotesi di estensione dell'attuale rete di teleriscaldamento, riferita allo studio di fattibilità di un impianto di teleriscaldamento in abbinamento all'inceneritore dei rifiuti urbani proposto da META (Modena Energia Territorio Ambiente spa). Lo studio fornisce i dati relativi alle potenzialità di punta invernale ed estiva degli impianti di riscaldamento e di condizionamento, nonché i relativi fabbisogni energetici stagionali complessivi, per decidere circa la convenienza di allacciamento delle singole utenze; la stima del fabbisogno energetico valuta le caratteristiche delle utenze principali, il loro funzionamento per il periodo invernale, i dati climatici storici e il profilo d'uso degli impianti.

Lo sviluppo del teleriscaldamento necessita però di investimenti economici ingenti e la strategia più opportuna è quella di procedere per fasi successive sia per quanto riguarda gli impianti edilizi esistenti sia per quanto riguarda le ipotesi di espansione, per le quali si rende necessaria la sinergia con la programmazione urbanistica. Lo studio di fattibilità di META ha già individuato quattro possibili stralci funzionali, il quarto dei quali prevede un'ipotesi di configurazione della rete di teleriscaldamento utilizzando la cogenerazione. La prima fase ipotizza l'allacciamento alla rete in prevalenza per le utenze pubbliche più vicine all'impianto di incenerimento dei rifiuti. La seconda fase prevede di estendere la rete lungo l'asse Est della via Emilia fino al Policlinico. La terza fase prevede l'estensione della rete da via Giardini fino al collegamento con la rete del quartiere Giardino, collegando il sistema di teleriscaldamento con quanto già esistente. La quarta fase, infine, ipotizza la configurazione della rete mediante l'uso della cogenerazione. I costi principali sono rappresentati dalla rete di teleriscaldamento, dalla centrale di scambio presso l'inceneritore, dalle sottocentrali di utenza e dalle centrali di integrazione. Le considerazioni che emergeranno dallo studio di fattibilità, sia tecniche sia economiche, andranno a confermare la necessità, più volte espressa all'interno del presente Piano Energetico, di creare una sinergia tra le strategie di riduzione dell'impatto ambientale e le scelte urbanistiche, sia per le politiche di insediamento residenziale e industriale, sia per l'esistente.

Lo sviluppo della rete di teleriscaldamento e un più largo impiego della cogenerazione - sia per i grandi impianti sia per la cogenerazione di piccola e media taglia - sono strumenti in grado di apportare un contributo positivo dal punto di vista energetico ed ambientale, ma non sono le uniche strategie perseguibili. All'interno del quadro di riferimento programmatico per gli interventi edilizi passibili di alimentazione energetica non convenzionale è opportuno considerare anche altre tecnologie.

3.3.3 Solare Fotovoltaico

Introdotta negli anni 50 con i programmi per le esplorazioni spaziali, per i quali occorreva disporre di una fonte di energia affidabile ed inesauribile, la tecnologia fotovoltaica (FV) si è già da alcuni anni cominciata ad utilizzare anche per l'alimentazione di utenze isolate o gli impianti installati su edifici e collegati alla rete elettrica. Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sul fenomeno fisico della conversione fotovoltaica, cioè sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori, sottoposti ad un particolare trattamento detto di "drogaggio", di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica come corrente continua. In presenza di radiazione solare infatti gli elettroni assorbono una quantità di energia sufficiente che gli consente di passare dalla banda energetica di valenza a quella di conduzione (fenomeno che si spiega con i fondamenti della meccanica quantistica), mettendosi in moto e generando corrente elettrica. Il materiale semiconduttore principalmente impiegato oggi a tale scopo è il silicio. Le celle fotovoltaiche, costituite da materiali semiconduttori, tra i quali, come detto, il più utilizzato è il Silicio, trasformano l'energia elettromagnetica presente nella radiazione solare in corrente continuo, la quale, a sua volta, viene trasformata dall'Inverter in corrente alternata con una tensione idonea al suo utilizzo in apparecchiature elettriche.

Il componente base di un impianto FV è la cella fotovoltaica. Più celle assemblate e collegate tra di loro in una unica struttura formano un modulo fotovoltaico. Infine più moduli possono poi essere collegati in serie in una stringa. La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico. Per rendere utilizzabile l'energia prodotta dal sistema fotovoltaico occorre trasformare ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Essi sono conosciuti con il nome di BOS (Balance of System). Un componente essenziale del BOS è l'inverter, dispositivo che converte la corrente continua in uscita dal generatore FV in corrente alternata. L'installazione di impianti fotovoltaici mondiale s'è notevolmente sviluppata nell'ultimo decennio, passando dai 45 MWp del 1990 ai 290 MWp del 2000. I paesi che hanno avuto incrementi più elevati nella potenza installata sono stati il Giappone, gli Stati Uniti e la Germania. Questo grazie a programmi di incentivazione che, non si sono fermati a contributi a fondo perduto, ma hanno obbligato l'ente gestore della rete elettrica a comprare l'elettricità prodotta da tali impianti e riversata in rete ad un prezzo tre/quattro volte maggiore di quello di vendita dell'elettricità. Dal mese di settembre 2005 è in vigore anche in Italia un decreto che si basa su questo interessante principio di finanziamento.

Gli impianti fotovoltaici presentano una estrema flessibilità di impiego. Essi possono essere impiantati in sistemi isolati, non collegati alla rete elettrica (stand alone), i quali sono dotati di un accumulatore che permette di immagazzinare l'energia prodotta durante le ore diurne dall'impianto per poi utilizzarla nei periodi in cui non c'è radiazione solare. Un'altra possibilità di impiego è quella di sistemi fotovoltaici connessi alla rete elettrica (grid connected), i quali scaricano in rete l'energia elettrica prodotta e non utilizzata direttamente dall'utenza a cui sono allacciati.

La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende da vari parametri: superficie dell'impianto, orientamento dei moduli (inclinazione e orientamento rispetto al Sud), radiazione solare incidente nel sito (latitudine, altezza s.l.m.), rendimento dei moduli e del BOS, temperatura di funzionamento (è importante notare a questo proposito che più la temperatura di funzionamento è elevata, più è basso il rendimento dell'impianto).

Per esempio a Milano, l'energia elettrica mediamente prodotta in corrente alternata in un anno da 1 m² di moduli fotovoltaici in silicio policristallino, orientati verso Sud ed inclinati di 30° rispetto al piano orizzontale sarà di circa 150 kWh, mentre a Roma sarà di circa 190 kWh. L'installazione descritta in precedenza di 1 kWp a Milano produrrà circa 1200 kWh all'anno.

Pertanto con gli impianti fotovoltaici si ottengono notevoli benefici ambientali proporzionali alla quantità di energia prodotta che sostituisce quella prodotta con le fonti di energia ottenuta bruciando combustibili fossili. Per produrre un chilowattora elettrico vengono infatti bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica; per cui ogni kWh prodotto con l'impianto fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica. In 30 anni di tempo di vita stimato per l'impianto si ha una emissione evitata, per un'installazione di un kWp effettuata a Milano è di circa 19000 kg di CO₂.

La tecnologia fotovoltaica ha una notevole flessibilità, esiste una vasta gamma di applicazioni e la potenza dell'impianto può essere modificata in qualsiasi momento senza problemi. Inoltre la manutenzione ordinaria è minima, non essendoci parti meccaniche in movimento.



Fig. 3.3.2 – Impianto fotovoltaici per la produzione di elettricità

3.3.4 Solare termico

L'energia elettromagnetica proveniente dal sole, misurata su una superficie perpendicolare ai raggi solari e posta al di fuori dell'atmosfera terrestre, prende il nome di “costante solare” e presenta un valore medio di circa 1,35 kW/ m². Il valore della radiazione solare che raggiunge la terra è minore, in quanto filtrata ed attenuata dall'atmosfera terrestre. L'energia solare incidente al suolo, ovvero la radiazione solare che colpisce il terreno varia in funzione del luogo (latitudine ed altezza s.l.m.) e della disposizione (inclinazione e orientamento rispetto al Sud) della superficie.).

La radiazione solare al suolo, raggiunge un valore di 1 kW/m² nelle giornate di cielo sereno, e pertanto ha una bassa densità, ma resta tuttavia la fonte energetica più abbondante sulla superficie terrestre.

La trasformazione dell'energia solare in energia termica è sicuramente il modo più razionale ed ecologicamente sostenibile per riscaldare un fluido (in genere l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo). L'energia solare viene catturata con un collettore solare, il quale trasferisce l'energia della radiazione solare al fluido termovettore, il quale viene utilizzato per scaldare l'acqua sanitaria. I collettori solari termici sfruttano la radiazione solare sotto forma di calore e la accumulano, riscaldando l'acqua ad una temperatura compresa fra i 30° C e i 70° C. A queste temperature l'acqua può essere utilizzata per soddisfare tutte le esigenze di acqua calda sanitaria domestica, ma anche per il riscaldamento di piscine, o anche come integrazione all'impianto di riscaldamento

invernale degli ambienti. In questo caso, l'accoppiamento dei collettori solari con sistemi radianti a serpentina, disposti a pavimento, a soffitto o anche a parete, può rendere davvero significativo il contributo solare. Anche nelle giornate invernali, in cui l'insolazione è insufficiente e la temperatura non raggiunge i valori ottimali i collettori garantiscono, comunque, un risparmio di energia poiché l'acqua del serbatoio ha una temperatura superiore a quella dell'acqua corrente dell'acquedotto, la quale è di circa 10-12°C.

Inoltre nel periodo estivo, il calore in eccesso fornito dai collettori solari può trovare una efficace utilizzazione come climatizzazione estiva. Esso può infatti alimentare un refrigeratore ad assorbimento (chiller). Questo impianto utilizza l'energia termica fornita dai pannelli solari (la quale è tanto maggiore quanto è alta la temperatura dell'atmosfera e la radiazione solare) per produrre il freddo necessario al raffrescamento degli ambienti.

In commercio sono disponibili diverse tipologie di collettori solari, alcuni di essi sono più idonei per un uso prevalentemente estivo, mentre altri hanno un rendimento soddisfacente durante tutto il corso dell'anno. I primi sono i collettori scoperti (strisce in polipropilene prive di copertura trasparente, collettori copri falda) o quelli integrati (il collettore fa anche da serbatoio) e sono indicati per un uso prevalentemente estivo o per il riscaldamento dell'acqua delle piscine. I secondi, invece, per un'utilizzazione annuale, sono i sistemi ad elementi separati a circolazione sia naturale sia forzata o i sistemi compatti (monoblocco) nei quali il collettore ed il serbatoio sono distinti ma assemblati in un unico telaio che fa da supporto. Questi impianti possono essere unifamiliari o anche condominiali, in particolare, nei condomini in cui la distribuzione dell'acqua calda sanitaria sia già centralizzata e specie quando l'acqua calda sia prodotta dalla stessa caldaia dell'impianto termico invernale (in estate la caldaia deve funzionare a bassissimi rendimenti), l'installazione di impianti solari può risultare semplice e conveniente.

Nel mondo sono installati oltre 30 milioni di metri quadri di pannelli solari di cui 3 milioni nell'Unione europea. Il parco del solare termico in Italia è oggi di 350.000 m², l'utilizzo maggiore è dovuto all'utenza domestica, ad impianti di prevalente utilizzo estivo ed alle piscine.

Le applicazioni più comuni sono relative ad impianti per acqua calda sanitaria, riscaldamento degli ambienti e piscine; sono in aumento casi di utilizzo nell'industria, nell'agricoltura e per la refrigerazione solare.

I collettori solari per piscina possono fornire fino al 100% delle necessità termiche delle piscine. Sono inoltre i più semplici da installare della categoria.

In ambito urbano l'acqua calda sanitaria è per la maggior parte dei casi prodotta con scaldabagni elettrici o caldaie a gas. La produzione di acqua calda sanitaria, con l'uso di energia elettrica dissipata dalla resistenza presente nello scaldabagno, risulta un processo costoso dai punti di vista energetico, ambientale ed economico, se confrontato con la produzione di acqua calda con caldaie a gas. L'introduzione aggiuntiva di un collettore solare termico, che sostituisca parte della produzione di calore, comporta benefici ancora maggiori.

Se si sostituisce lo scaldabagno elettrico con una caldaia a gas integrata da collettori solari, il consumo energetico pro-capite passa da 4,93 a 0,87 kWh. E' il caso più interessante, dunque, che porta ad una riduzione dell'82% del consumo energetico, a parità di servizio reso.

Una famiglia di 4 persone che sta a Roma e che consuma 50÷60 litri di acqua calda a persona ogni giorno, per un totale di 80÷100 mila litri annui spende circa 520 euro per riscaldare l'acqua con energia elettrica e 390 euro se la scalda con caldaia a metano. Se l'impianto solare integra la caldaia per un 60÷70% il risparmio annuo oscilla tra 260 e 360 euro ed in 5 anni si ammortizza una spesa di 1300 ÷ 1800 euro.

Un indicatore di confronto tra le diverse tecnologie a disposizione può essere ritenuta la quantità di anidride carbonica mediamente immessa nell'ambiente per produrre, nelle stesse condizioni, acqua calda sanitaria per un'utenza monofamiliare (4 persone)

Per produrre la sola acqua calda sanitaria, utilizzando lo scaldabagno elettrico, una famiglia immette quotidianamente nell'ambiente 4,5 kg CO₂. Nel caso di una caldaia a metano la stessa famiglia dà origine alla produzione giornaliera di anidride carbonica di 1,74 kg CO₂ /giorno. Nel caso di impianti ibridi solare /gas, ossia impianti solari posti ad integrazione della caldaia a gas, assicurando lo stesso comfort durante tutto l'arco dell'anno, la stessa famiglia produrrà, allora, giornalmente 0,69 kg CO₂.

L'iniziativa per incentivare il solare termico che ha messo in pratica la Regione Emilia Romagna è inizialmente rivolta a promuovere l'applicazione dell'energia solare nella produzione di acqua calda sanitaria nei complessi turistico-alberghieri costieri, realizzando, con la collaborazione dell'ENEA, alcuni impianti dimostrativi che si sono rivelati in grado di corrispondere adeguatamente alla richiesta di acqua calda. L'obiettivo regionale per le scadenze fissate da Kyoto corrisponde all'installazione (sul territorio regionale) di 30.000 m² di pannelli solari per una emissione di CO₂ evitata pari a 7.000 t/a. Il quadro di riferimento per l'Amministrazione comunale può essere rappresentato dal Programma regionale per la diffusione dei sistemi solari termici che prevede l'incentivazione di tali sistemi per la produzione di calore a bassa temperatura. Tale Programma è rivolto principalmente alle Amministrazioni comunali e provinciali che, nell'ambito delle competenze di cui alla L.R. 3/99, intendono esercitare le funzioni di programmazione energetica ai sensi dell'art. 5, comma 5, della L. 10/91 e alle aziende di servizi di pubblica utilità che, in relazione all'art. 16 del D.Lgs. n. 164/2000 e dell'art. 9, comma 1 del D.Lgs. n. 79/99, devono raggiungere obiettivi di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili quantitativamente superiori a quelli fissati a livello nazionale nonché alle imprese artigiane dei servizi nei centri urbani – ai fini dell'individuazione dei progetti che verranno finanziati verrà emesso apposito bando.



Fig. 3.3.3 – Impianto solare termico per la produzione di acqua calda

Il Comune di Modena ha partecipato al programma ministeriale “solare termico” rivolto ad Enti Pubblici ed Aziende Gas, per la selezione di progetti finalizzati alla realizzazione di impianti solari termici a bassa temperatura. Fino ad ora sono stati presentati 2 progetti di cui è stato approvato il finanziamento ministeriale; il primo relativo all'installazione di collettori solari nella piscina comunale Dogali, mentre il secondo relativo all'installazione di pannelli solari nella casa per ferie del Comune di Modena a Pinarella di Cervia (Ravenna).

3.3.5 Utilizzo delle biomasse come combustibile

Con il termine biomasse si intendono tutti quei materiali a matrice organica, fondati sulla chimica del carbonio, con l'esclusione dei materiali di origine fossile, petrolio, carbone, plastiche, ecc.

Le biomasse rappresentano la forma più nobile e complessa di utilizzo e accumulo dell'energia solare, la quale consente alle piante di convertire l'anidride carbonica presente nell'atmosfera in materia organica, che da luogo alla crescita delle piante. Questo processo prende il nome di fotosintesi clorofilliana. Con esso vengono fissate a livello mondiale, e quindi sottratte all'atmosfera, circa 2×10^{11} tonnellate di anidride carbonica all'anno (200 miliardi di tonnellate), che corrispondono ad un contenuto energetico di 70×10^3 Mtep (70 miliardi di tonnellate di petrolio). Le biomasse utilizzabili per fini energetici comprendono quei materiali di origine vegetale che possono essere utilizzati direttamente come combustibili, o che possono essere trasformati in materiali di più facile utilizzo nelle caldaie per il riscaldamento. La più importanti tipologie di biomasse sono costituite dai residui della manutenzione dei boschi, dagli scarti della lavorazione del legno, da scarti dell'industria zootecnica, scarti di materiale legnoso e vegetale, tra i quali i rifiuti solidi urbani.

Le biomasse sono da sempre state usate come fonte energetica ed ancora oggi esse soddisfano circa il 15% degli usi energetici primari nel mondo, che corrispondono a 1.230 Mtep/anno. Tuttavia si nota una forte disomogeneità tra l'utilizzo di biomasse nei paesi meno sviluppati e nei paesi industrializzati. Nei primi le biomasse soddisfano il 38% della richiesta energetica del paese, pari a 1.074 Mtep/anno (che corrispondono all'87% del totale), mentre nei paesi industrializzati, fondati sull'economia del petrolio, le biomasse contribuiscono solamente per il 3% agli usi energetici primari, pari a 156 Mtep/anno. La media europea di sfruttamento energetico delle biomasse è del 3,5% in linea con quello dei paesi industrializzati, dove però è da notare una disomogeneità tra il 18% della Finlandia, il 17% della Svezia, il 13% dell'Austria e solamente il 2,5% dell'Italia, nonostante l'elevato potenziale di biomasse di cui il nostro paese dispone (27 Mtep).

L'utilizzo delle biomasse come fonte di energia, quando è utilizzata come risorsa locale (ovvero senza doverla trasportare per lunghe distanze) costituisce un grande beneficio ambientale. Essa è infatti una energia rinnovabile che non contribuisce all'effetto serra. Questo perché la quantità di anidride carbonica rilasciata in atmosfera dalla combustione delle biomasse è pressoché equivalente a quella assorbita durante la crescita delle piante che costituiscono le biomasse, le quali si decomporrebbero in ogni caso in modo naturale andando in fermentazione. Da ciò si evince che conviene sfruttare le biomasse in impianti per la produzione di energia.

Pertanto l'energia prodotta con le biomasse, piuttosto che utilizzare dei combustibili di origine fossile, contribuisce alla riduzione della quantità di anidride carbonica emessa in atmosfera.

Le biomasse si possono sfruttare utilizzando due processi.

- Un processo detto di conversione biochimica, che permette di ricavare energia per reazione chimica, la quale si realizza attraverso il contributo di enzimi. Questo processo viene impiegato di norma per quelle biomasse in cui il rapporto Carbonio/Azoto è inferiore a 30 ed in cui l'umidità supera il 30%.
- Un processo di conversione termochimica, basato sull'azione del calore che permette le reazioni chimiche necessarie a trasformare le biomasse in energia con un processo di combustione. Questo processo si utilizza per quelle biomasse aventi un rapporto Carbonio/Azoto superiore a 30 ed in cui l'umidità è inferiore al 30%.

Il primo processo si ha per esempio nella digestione anaerobica, la quale avviene in assenza di ossigeno e consiste nella demolizione, ad opera di micro-organismi, di sostanze organiche complesse contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale, che produce un gas detto biogas. Esso può essere utilizzato come combustibile per alimentare caldaie a gas o motori endotermici alternativi.

Il secondo processo è quello che si presta maggiormente per essere utilizzato per applicazioni residenziali. Infatti gli impianti termici a biomasse hanno raggiunto livelli di efficienza, affidabilità e comfort simili a quelli degli impianti tradizionali a gasolio e a gas metano.

Le caldaie a biomasse si suddividono in tre grandi categorie in base al tipo di combustibile legnoso utilizzato: normale legna da ardere in ciocchi, cippato e pellets.

I pellets sono prodotti con la polvere ottenuta dalla sfibratura dei residui legnosi, la quale viene pressata da apposite macchine in cilindretti che possono avere diverse lunghezze e spessori (1,5-2 cm di lunghezza, 6-8 mm di diametro). Esso si caratterizza per la bassa umidità (inferiore al 12 %) e per la sua elevata densità nonché per la regolarità del materiale. La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto potere calorifico (p.c.i. 4,5 kWh/kg) e di affinità ad un combustibile fluido. E' molto indicato quindi, per la sua praticità, per piccoli e medi impianti residenziali.

Il termine cippato deriva dall'inglese "chipping" che significa ridurre in scaglie. Esso è ricavato dagli scarti di segherie e di legno in genere sminuzzato in pezzettini di dimensioni variabili (2 – 10 centimetri di lunghezza). E' un ottimo combustibile che usato in apposite caldaie o stufe sprigiona una potenza calorica variabile a seconda del grado di umidità. Il potere calorifico inferiore varia da 2,0 kWh/kg per il cippato fresco con il 55% di umidità fino a 3,4 kWh/kg per cippato con umidità del 30%.

La combustione della legna da ardere è tuttora una forma molto diffusa di uso delle biomasse per il riscaldamento domestico. Data la necessità di carica manuale dei ciocchi di legna, le caldaie hanno una potenza limitata a qualche decina di kW e trovano l'impiego ideale nel riscaldamento di case isolate. Le caldaie che utilizzano questo combustibile utilizzano in genere la tecnica della fiamma inversa, ovvero hanno la camera di combustione situata al di sotto del vano nel quale viene caricata la legna.

Le caldaie a cippato sono invece totalmente automatizzate e non hanno limiti dimensionali e possono raggiungere potenze di alcuni MW termici, assicurando rendimenti e comfort simili alle caldaie a gasolio. Per questi impianti è necessario che accanto alla centrale termica sia predisposto un locale per lo stoccaggio del combustibile.

La combustione avviene in caldaie a griglia che può essere: fissa, per bruciare materiali fini a basso contenuto di umidità, oppure mobile, per bruciare combustibili a pezzatura grossolana ad alto contenuto di umidità, come le biomasse forestali fresche.

L'elevata densità energetica, la bassa umidità e la facilità di movimentazione rendono il pellet il combustibile vegetale più indicato per impianti di riscaldamento automatici di tutte le dimensioni. Esso può essere utilizzato nelle caldaie per il cippato, in caldaie appositamente progettate, ma anche in alcuni modelli di caldaie a gasolio, con l'utilizzo di speciali bruciatori.

Anche le caldaie a pellets necessitano di un serbatoio per lo stoccaggio del combustibile, dal quale una coclea preleva il materiale ed alimenta in automatico la caldaia, mentre la combustione è gestita in automatico da una centralina elettronica.

Queste caratteristiche di semplicità di uso e di automazione conferiscono agli impianti di riscaldamento a pellets un elevato confort ed affidabilità.

3.3.6 La caldaia a condensazione

La caldaia a condensazione, rispetto ad una caldaia tradizionale ad alto rendimento, consente di recuperare il calore latente del vapore acqueo contenuto nei prodotti della combustione. Il rendimento di una caldaia è infatti tanto maggiore quanto più calore riesco a sottrarre ai prodotti della combustione, costituiti in prevalenza da anidride carbonica e acqua allo stato di vapore. La peculiarità delle caldaie che utilizzano il principio della condensazione è di sfruttare anche il calore (entalpia di condensazione) liberato nel passaggio di stato da vapore a liquido dell'acqua contenuta

nei fumi, non facendola più uscire dal camino come vapore, ma da uno scarico, posto alla base della caldaia, come acqua allo stato liquido.

Pertanto le caldaie a condensazione elevano il rendimento termodinamico della caldaia oltre al 100%, fino ad arrivare a valori del 109% per temperature dell'impianto di riscaldamento pari a 30/40°C. Questo valore percentuale oltre il 100% trova la sua spiegazione nella formula di calcolo, nella quale si mette al denominatore il potere calorifico inferiore del combustibile utilizzato, in cui l'acqua è considerata allo stato di vapore. Nelle caldaie a condensazione il vapore è invece condensato allo stato liquido, per cui esse riescono ad utilizzare anche l'entalpia di vaporizzazione dell'acqua convertendola in energia termica utilizzabile per il riscaldamento.

Riassumendo: i principali **vantaggi** delle caldaie a condensazione consistono nel:

- maggiore rendimento per recupero del calore di condensazione particolarmente a basso carico (condizione nella quale il generatore funziona per la maggior parte dell'anno), i rendimenti risultano tuttavia particolarmente elevati anche in assenza di condensazione, poiché esse hanno minori dispersioni;
- l'efficacia dei sistemi di regolazione della temperatura di caldaia e della fiamma del bruciatore in grado di adeguare costantemente la produzione di calore alle effettive esigenze di impianto.
- Gli **svantaggi** consistono nel:
- maggiore costo di acquisto (nell'ordine del 30/40%) dell'apparecchio rispetto ad una caldaia tradizionale;
- necessità di disporre di una canna fumaria resistente all'attacco di condense;

L'Amministrazione comunale si è già attivata nell'ambito della promozione e diffusione dei generatori di calore a condensazione attraverso il Progetto operativo ambientale – risparmio e recupero energetico nel patrimonio edilizio ed impiantistico comunale. Tale progetto nasce nel 1992 con la nomina dell'Energy manager e la definizione dei suoi compiti ed una delle azioni attivate per la riduzione dei consumi energetici si è concretizzata nello studio, nella sperimentazione e nell'utilizzo generalizzato dei generatori di calore a condensazione. Il Servizio Energia ed Impianti ha sviluppato un programma poliennale per la progressiva sostituzione di caldaie tradizionali con apparecchi a condensazione. Tale programma nasce nel 1994 con la progettazione per il rinnovo del Palasport e prende avvio nel 1995 attraverso l'installazione in due asili nido di un primo lotto sperimentale, rilevando una riduzione dei consumi dell'ordine del 30%, con tempi di ritorno dell'investimento minori di 4 anni.

Il risparmio conseguibile mediante gli impianti a condensazione, in caso di sola sostituzione del generatore e dell'adeguamento della circuitazione idraulica di centrale termica, va dal 20% al 30%, ma in presenza di interventi più sostanziali esso è in grado di elevarsi ulteriormente. A questo fattore si associa una drastica riduzione delle emissioni inquinanti, come ad esempio l'ossido di carbonio.

L'Amministrazione comunale, a fronte degli ostacoli che frenano la diffusione delle caldaie a condensazione che sono stati identificati nel maggior costo di acquisto dell'apparecchio a cui si associa una scarsa conoscenza del prodotto da parte dell'utenza con conseguente limitata fiducia sui risparmi conseguibili e nella maggiore complessità dell'impianto, ha identificato una soluzione fortemente promozionale che alcuni operatori del settore sono disponibili ad avanzare. Si tratta, infatti, di una proposta commerciale per sostituire le caldaie tradizionali con caldaie a condensazione senza nessun esborso da parte del cliente, bensì a fronte di un canone di manutenzione/leasing di adeguata durata.

L'Amministrazione ha verificato che oltre agli impianti centralizzati, dove l'installazione di generatori a condensazione si presenta vantaggiosa e tecnicamente semplice nella maggioranza dei

casi, tale riqualificazione impiantistica è proponibile anche per gli impianti unifamiliari: oltre la metà delle 3.000 caldaie individuali che vengono sostituite annualmente nel territorio de Comune di Modena potrebbero convertirsi alla tecnologia a condensazione. Tale obiettivo, seppure apparentemente elevato, è giustificato dall'esperienza dell'Alto Adige dove la quota media di mercato della condensazione, sostenuta da un'adeguata campagna di informazione e da incentivi economici, è superiore al 50%.

Inoltre, è opportuno sottolineare le attese azioni di incentivazione anche economiche a favore di tali impianti annunciate dal Ministro dell'Ambiente nell'ambito del sostegno a tecnologie di risparmio energetico e di riduzione dei gas clima alteranti.

L'Amministrazione, pertanto, intende proseguire le iniziative del progetto di recupero e risparmio energetico nel patrimonio edilizio ed impiantistico comunale. Essa infatti installa ormai da qualche anno solamente caldaie a condensazione nelle strutture di sua proprietà e si prodiga per estendere tali positive esperienze al patrimonio edilizio e impiantistico privato, sia attraverso la corretta informazione sia attraverso opportune forme di incentivazione. (In linea generale, infatti, si rileva come la riqualificazione delle centrali termiche attraverso l'installazione di generatori a condensazione debba essere considerata dagli Enti locali come modalità prioritaria di adempimento agli obblighi espressi dall'Art. 26 della Legge 10/91).

3.3.7 La pompa di calore

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore da un ambiente a temperatura più bassa ad un altro a temperatura più alta, operando con lo stesso principio del frigorifero e del condizionatore d'aria: il suo impiego avviene sia per il condizionamento estivo sia per il riscaldamento invernale. Il vantaggio energetico della pompa di calore deriva dalla sua capacità di fornire più energia (calore) di quella elettrica impiegata per il suo funzionamento, in quanto estrae calore dall'ambiente esterno (aria – acqua). L'utilizzo per il riscaldamento invernale, però, non è conveniente quando la temperatura esterna scende al di sotto dei 5° C. L'applicazione della pompa di calore è ormai attuale per la climatizzazione nel settore residenziale e nel terziario, in alternativa ai sistemi convenzionali composti da refrigeratore più caldaia per la sua convenienza in quanto comporta un minor tempo di ammortamento del costo di impianto rispetto ad un utilizzo per il solo riscaldamento.

Nel caso di un utilizzo per la sola produzione di calore per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda, è necessario valutare gli aspetti economici e confrontarli con i tradizionali sistemi come le caldaie a gas. Per il riscaldamento degli ambienti, gli impianti possono essere monovalenti o bivalenti. Si utilizza la configurazione monovalente quando la pompa di calore è in grado di coprire interamente il fabbisogno termico; se la pompa di calore usa come sorgente l'aria esterna, tale configurazione è adottabile nelle zone climatiche dove la temperatura esterna scende raramente sotto ai 0° C. In caso contrario, si deve realizzare un sistema bivalente, costituito dalla pompa di calore e da un sistema di riscaldamento ausiliario, cioè da una caldaia tradizionale che copra il fabbisogno termico quando la temperatura dell'aria scende al di sotto di 0° C. Per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, invece, occorrono serbatoi di accumulo più grandi di quelli impiegati nei normali scaldacqua in quanto la temperatura dell'acqua prodotta non supera i 55° C.

3.3.8 Generatori di calore ad alto rendimento

La caldaia dell'impianto di riscaldamento, in mancanza di manutenzione o cattive regolazioni, non sfrutta al meglio l'energia contenuta nel combustibile. In questa direzione, il DPR 412/93 ha reso obbligatori i controlli periodici sull'efficienza degli impianti termici. Inoltre, con frequenze in funzione della potenza, attraverso l'analisi di temperatura e composizione dei fumi di scarico, si deve verificare la qualità dei prodotti della combustione e il rendimento della caldaia. Nel caso in

cui la caldaia non superi tale verifica è necessario sostituirla, ma anche nel caso di caldaie con più di 12 – 15 anni di vita, anche se in regola con la normativa, qualora il rendimento fosse prossimo ai valori limite, i consumi di combustibile potrebbero risultare eccessivi, rendendo conveniente la sostituzione con un nuovo generatore di calore ad alto rendimento.

Il termine alto rendimento indica che almeno il 90% dell'energia contenuta nel combustibile viene da essa trasferito all'acqua dell'impianto di riscaldamento. Il migliore rendimento si riflette su un minore consumo di combustibile in grado di fare recuperare l'investimento dell'impianto in un periodo di circa 3/4 anni, in una riduzione delle emissioni nocive in atmosfera oltre ad un maggiore livello di automazione e di sicurezza. Tuttavia è bene mettere in evidenza che queste caldaie hanno un alto rendimento istantaneo, ma il rendimento stagionale raramente supera l'80%, mentre nelle caldaie a condensazione il rendimento stagionale (su cui si calcola il risparmio) si mantiene superiore al 100%.

3.3.9 Sostituzione degli scaldabagni elettrici con scaldabagni a gas o collettori solari termici

Il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria nel settore residenziale, in alcuni casi avviene ancora mediante l'impiego di scaldabagno elettrici ad accumulo. L'uso di energia elettrica per il riscaldamento dell'acqua è da ritenersi irrazionale, così come avviene negli elettrodomestici come lavatrice e lavastoviglie. L'utilizzo del metano per riscaldare l'acqua calda sanitaria (ed anche l'acqua calda per lavatrici e lavastoviglie) consentirebbe di non sprecare costosa energia elettrica e di ridurre i costi per l'utente (circa 25/30% di convenienza). I consumi dovuti agli scaldabagni elettrici, infatti, non sono trascurabili se rapportati all'intero territorio comunale e possono essere stimati in circa il 10% dei consumi domestici dei residenti. L'Amministrazione, pertanto, potrebbe ipotizzare la sostituzione progressiva degli scaldabagni elettrici con quelli a gas per le utenze servite dal metano, qualora sia possibile eliminare i problemi strutturali riferiti alle tubazioni, canne fumarie, ecc. Un'ulteriore soluzione in termini di sostenibilità può essere rappresentata dall'installazione di collettori solari termici in sostituzione degli scaldabagni elettrici.

3.3.10 La contabilizzazione del calore

I sistemi di contabilizzazione del calore consentono di mantenere i vantaggi di un impianto centralizzato – migliore rendimento, minori spese di manutenzione e maggiore sicurezza - e avere le comodità degli impianti individuali. Infatti, si tratta di un sistema di apparecchiature che misurano (contabilizzano) la quantità di calore effettivamente consumata per ogni singola unità abitativa.

Nell'ultimo decennio, anche a fronte di una maggiore metanizzazione, numerosi utenti hanno scelto di sostituire l'impianto centralizzato con impianti individuali. Le ragioni di questa tendenza sono da ricercare nella maggiore libertà di gestione del riscaldamento e nella convinzione (non giustificata tecnicamente) di eliminare sprechi limitando il periodo di accensione che consentono un risparmio economico. Ma esistono alcuni svantaggi per tali impianti, infatti, non è possibile dividere le spese di manutenzione, il rendimento di una caldaia individuale è inferiore a quello di una caldaia centralizzata, l'aumento dei focolai diminuisce la sicurezza, le spese di acquisto ed installazione di un unico generatore di calore condominiale sono inferiori a quelle di acquisto di più caldaie monofamiliari. Queste ragioni, rendono conveniente la scelta di installare un impianto condominiale centralizzato installando un sistema di contabilizzazione del calore e applicando la ripartizione delle spese. Con la contabilizzazione, è possibile mantenere i vantaggi dell'impianto centralizzato e contemporaneamente avere la possibilità di regolare le temperature e gli orari in funzione delle esigenze dell'utenza, gestendo il riscaldamento autonomamente senza avere il generatore in casa. In termini economici, l'utente non verrà più penalizzato dai comportamenti collettivi poiché tali

apparecchiature misurano la quantità di calore effettivamente consumata (oltre ad una quota fissa stabilita dall'assemblea condominiale).

I vantaggi della contabilizzazione del calore, dal punto di vista energetico, sono notevoli; proprio per questo motivo nei nuovi edifici e nelle ristrutturazioni degli impianti termici è obbligatorio realizzare l'impianto di riscaldamento in modo da consentire, anche in un momento successivo, l'adozione di sistemi di contabilizzazione e di termoregolazione: il risparmio energetico, anche in considerazione della maggiore attenzione dei fruitori, è almeno del 20%. Le ditte che installano i sistemi di contabilizzazione offrono anche il servizio d'assistenza e di lettura con la ripartizione delle spese individuali. Il tipo di apparecchiature e i costi dipendono dal sistema di distribuzione dell'acqua calda e dal grado di automatismo che della gestione che si vuole raggiungere; in generale è sempre possibile installare un sistema di contabilizzazione del calore, sia per gli impianti di riscaldamento a colonne montanti sia per gli impianti a zone.

3.3.11 La termoregolazione

La termoregolazione ha il compito di mantenere costante la temperatura degli ambienti riscaldati al variare delle condizioni climatiche esterne ed interne. Tale sistema agisce sulla quantità di calore erogata dalla caldaia quando la temperatura interna e/o esterna, misurate in particolari punti da sensori, si variano dai valori di riferimento impostati. Un sistema di termoregolazione efficace ed economico è quello dell'installazione delle valvole termostatiche. Il sistema consente di migliorare il confort poiché mantiene la temperatura prescelta in maniera costante ed omogenea in ogni vano (può anche consentire di impostare temperature più basse per i vani che non vengono utilizzati) e di risparmiare energia sfruttando favorevolmente gli apporti gratuiti di energia. Le valvole termostatiche, fissate ad ogni radiatore al posto della valvola manuale, regolano automaticamente l'afflusso di acqua calda. Nel caso di edifici nuovi o di ristrutturazione di impianti termici, è già obbligatoria l'installazione di centraline che diano la possibilità di regolare la temperatura ambiente almeno su due livelli. La regolazione degli impianti centralizzati, intervenendo esclusivamente sulla temperatura dell'acqua dei radiatori, non tiene conto che nelle diverse zone dell'edificio spesso si stabiliscono temperature diverse come accade tra il primo e l'ultimo piano, tra le facciate esposte a sud e quelle a nord, tra gli appartamenti d'angolo e quelli interni, ecc. Spesso, per assicurare il confort necessario agli alloggi più freddi, si aumenta la temperatura dell'acqua di mandata, con il risultato di surriscaldare quelli più caldi (che per raffreddarsi, senza la possibilità di termoregolazione, non hanno altra possibilità che l'apertura delle finestre) impiegando in maniera irrazionale l'energia. Vi è anche la possibilità di installare un programmatore che accende e spegne automaticamente la caldaia, in base alla temperatura ambiente impostata oppure in base sia alla temperatura che agli orari impostati. Con questo sistema di regolazione si mantiene la temperatura costante al variare delle condizioni climatiche esterne, oppure scegliere orari di accensione consoni alle abitudini dell'utilizzatore.

Sia per gli impianti centralizzati che per quelli individuali è possibile regolare la temperatura di ogni singolo ambiente per sfruttare anche gli apporti gratuiti di energia; per ogni radiatore, infatti, al posto della valvola manuale si può installare una valvola termostatica per regolare automaticamente l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura prescelta. La valvola diminuisce l'apporto di calore mano a mano che la temperatura si avvicina a quella impostata, consentendo di dirottare ulteriore acqua calda verso gli altri radiatori, ancora aperti. Le valvole termostatiche installate nei radiatori degli impianti centralizzati hanno anche una buona influenza sull'equilibrio termico delle diverse zone dell'edificio, infatti, quando i piani più caldi raggiungono i 20° C le valvole si chiudono consentendo un maggiore afflusso di acqua calda ai piani più freddi. Il risparmio di energia (ed economico) indotto dall'uso dalle valvole termostatiche può arrivare fino al 20%.

3.3.12 L'ottimizzazione del risparmio energetico tramite l'applicazione di sistemi di domotica nel settore residenziale e nel settore produttivo

La domotica è stata recentemente introdotta a Modena grazie a Promo, Società di Promozione dell'Economia Modenese, che è riuscita a dare un grosso impulso allo sviluppo di sistemi integrati per edifici "intelligenti" realizzando il Progetto Domotica e allestendo un apposito "Laboratorio" al fine di sensibilizzare il mercato e aggiornare coloro che operano nel settore.

La domotica è uno strumento per migliorare la qualità della vita negli edifici, limitare gli sprechi di energia nobile e proteggere l'ambiente. La Domotica si occupa quindi dell'integrazione impiantistica degli edifici: impianto elettrico, termoidraulico, sicurezza, antintrusione, Information & Communication Technology, audio-video, ecc.

Essa consente di migliorare la flessibilità di gestione degli edifici (civili, industriali e terziario), le funzioni ottenibili dai vari impianti, il comfort, la sicurezza, il benessere, il risparmio energetico e, più in generale, la qualità dell'abitare.

In relazione all'applicazione della domotica al settore residenziale si può affermare che essa permette di diminuire i consumi domestici, che solitamente dipendono più dai comportamenti d'uso complessivi della famiglia che non dalle prestazioni dei singoli apparati.

La domotica determina un miglioramento e presenta degli innegabili vantaggi: un sistema domotico equilibra i consumi, attenua i picchi ed elimina gli sprechi (le esperienze americane e francesi indicano una riduzione media del 15%) ed è la premessa indispensabile per l'erogazione dei teleservizi.

Inoltre, la domotica è un unico strumento che permette di utilizzare al meglio e di integrare all'interno degli impianti domestici tradizionali l'apporto delle fonti rinnovabili: solare attivo e passivo, fotovoltaico, eolico, etc., appunto per la proprietà di un controllo ed integrazione degli apparati tecnologici di una casa.

Sviluppo di impianti con sistemi domotici in case di abitazione

Impianto elettrico: si possono gestire i corpi illuminanti, dopo un'analisi di vincoli e di funzionalità dell'edificio, sia sulla presenza di persone, sia sulle variazioni della luce solare esterna. Attraverso un sensore che rileva la presenza di persone è possibile gestire in maniera automatica, dove si ritiene opportuno, l'accensione e lo spegnimento delle luci.

Impianto termico: come per l'impianto elettrico è possibile gestire l'impianto termico sulla presenza o meno di persone all'interno di edifici o singole stanze, tenendo sempre in considerazione le caratteristiche degli impianti presenti ed installati. Ad esempio, se si hanno a disposizione impianti che permettono il riscaldamento o condizionamento dei locali in tempi "veloci" (ventilconvettori, fan-coil), ha sicuramente senso poterli gestire sulla presenza delle persone all'interno della stanza, facendoli funzionare solo quando servono. Inoltre, possono essere disabilitati se vi sono condizioni particolari, quali una finestra aperta, evitando così inutili sprechi. Un sistema domotico può gestire inoltre in maniera facilitata funzioni complesse come l'integrazione tra le fonti energetiche alternative e rinnovabili (collettori solari, fotovoltaico, ecc.) ed impianti tradizionali.

Integrazione tra i vari impianti: la domotica permette di integrare e di gestire i vari impianti presenti all'interno di un edificio in maniera semplificata. In merito al risparmio energetico, risultano interessanti le integrazioni possibili tra l'impianto di anti-intrusione, impianto elettrico e impianto termico.

I dispositivi per l'anti-intrusione possono essere utilizzati, nel momento in cui l'impianto d'allarme non è inserito, anche come rilevatori della presenza di persone, mettendo in condizione quindi l'intero sistema di agire sia riguardo all'impianto elettrico che termico. Dopo un'accurata analisi di vincoli e di funzionalità, vengono stabilite le modalità di funzionamento degli impianti; è possibile attivare le utenze, che si sono individuate, sulla presenza di persone e gestire il loro spegnimento

attraverso un temporizzatore, tramite i sensori del sistema d'allarme che non rilevano più la presenza di persone. Si può quindi evitare lo spreco di energia nei momenti di non presenza all'interno dell'edificio (sia terziario che residenziale).

Un'altra integrazione possibile è la regolazione di tapparelle o veneziane motorizzate in base alla presenza di persone e/o alla luce naturale. Si può così disabilitare l'utilizzo di certe utenze o regolare in maniera automatica la luminosità all'interno di una stanza. In funzione quindi sia della luce naturale esterna sia della luminosità che si vuole raggiungere o mantenere all'interno di un locale, è possibile gestire in maniera automatizzata i motori degli infissi per regolarli secondo le esigenze.

Come applicare la Domotica al Risparmio Energetico: alcuni esempi relativi alla casa abitativa

In un edificio intelligente una grande quantità di funzioni sono controllate da un sistema basato sulla scienza dell'informazione, sull'automazione, sull'elettronica, sulla strumentazione, dotato di interfacce ergonomiche, cioè facilmente comprensibili e gestibili per una utenza non tecnicamente competente. La maggiore valenza del sistema domotico è quella di monitorare e controllare tutte le funzioni del sistema edificio/impianti/utenza/clima in tempo reale, considerando tutte le interazioni ed ottimizzando le prestazioni complessive secondo criteri prefissati. Si possono così ottenere miglioramenti notevoli dell'efficienza energetica e anche una casa destinata a migliorare la qualità della vita.

Il controllo del microclima e dei consumi connessi, l'illuminazione, la qualità dell'aria, il funzionamento dell'impiantistica, gli allarmi tecnici, le intrusioni, la protezione e sicurezza in genere sono alcuni dei parametri gestiti da un sistema domotico. Inoltre, detto sistema può permettere l'accesso al mercato dei teleservizi in rete, scambiando messaggi con l'esterno, come avviene per i teleservizi amministrativi, manutentivi e assistenziali.

Il riscaldamento degli spazi interni

Le "prime case" d'abitazione con riscaldamento sono in Italia 18 milioni. Gli impianti che generano il calore necessario sono 3,35 milioni di apparecchi singoli, che riscaldano solo una stanza; 9,7 milioni di impianti autonomi, che riscaldano un appartamento e 4,95 milioni di impianti centralizzati, che riscaldano più unità abitative (dati 1993). I consumi relativi sono in media 0,98 Tep/anno, quelli in media per gli impianti singoli 0,65; gli autonomi 1,04 e centralizzati 1,09.

Dai dati del 1993 si deduce che tra tutti i Paesi sviluppati, l'Italia è al primo posto per il consumo di energia necessaria a riscaldare l'unità di superficie abitativa calpestabile. Sono ovvi i benefici apportati dalla domotica in questo campo.

La cottura dei cibi e la produzione di acqua calda

A fronte di un incremento del numero delle famiglie del 30%, i consumi termici legati alla cottura dei cibi sono rimasti sostanzialmente inalterati passando dai 1.861 kTep del 1970 ai 1.818 kTep del 1996. L'introduzione di tecnologie speciali (le pentole a pressione per esempio) ed una concentrazione del volume del fuoco (attualmente le perdite all'ambiente raggiungono cifre anche del 60%) potrebbe migliorare sensibilmente l'efficienza energetica di questo sistema.

La cosiddetta acqua calda sanitaria era presente in 11 milioni di case nel 1970 (il 65%), mentre nel 1996 era presente in 25,6 milioni di abitazioni (il 97,6%). Nel 1996 l'impianto di riscaldamento dell'acqua era elettrico (49%), a gas (28%), altro (23%). Questi sono numeri impressionanti se si considera lo spreco in termini di efficienza energetica nello scaldare l'acqua con l'energia elettrica. Si intravedono miglioramenti sensibili con una scelta razionale degli apparati e una integrazione tra i sistemi che tenga in considerazione il recupero e il risparmio di energia.

La ventilazione e la qualità dell'aria interna

Un parametro fondamentale è rappresentato dalla ventilazione degli ambienti abitati, che è prescritta da regolamenti comunali. Valori tipici sono dell'ordine dei 0,5 volumi/ora per le abitazioni, 0,4 per le scuole, 6 per le palestre, 20 per le sale operatorie. Il controllo del monitoraggio in tempo reale e l'introduzione di sistemi di ventilazione comandati dall'intelligenza di edificio è un fattore di notevole risparmio energetico.

Sviluppo di impianti con sistemi domotici in edifici industriali

I sistemi di domotica, in relazione al settore residenziale, possono essere applicati in larga parte anche nel **settore produttivo**.

Impianto elettrico: così come per il settore residenziale, è possibile gestire l'illuminazione interna agli edifici industriali e gestire l'accensione e lo spegnimento dei corpi illuminanti in base alle caratteristiche dell'edificio, al numero di persone e alla variazione di luce solare. Inoltre, volendo mantenere, per esempio, lo stesso grado di luminosità all'interno di una stanza, di un ufficio o su un piano di lavoro, attraverso un sensore di luminosità è possibile regolare l'intensità dei corpi illuminanti, in modo tale da mantenere costante l'intensità luminosa sulla zona interessata. Quando la luce naturale garantisce una sufficiente illuminazione, i corpi illuminanti sono spenti e gradatamente si accendono man mano che la luce esterna non è più in grado di illuminare la zona in maniera naturale.

Impianto termico: la domotica permette di gestire e regolare l'impianto termico anche negli edifici industriali.

Integrazione tra i vari impianti: anche nel settore industriale l'utilizzo di sistemi di domotica favorisce l'integrazione e la gestione semplificata degli impianti presenti all'interno di un edificio.

Un sistema domotico memorizza e gestisce tutte le informazioni che i vari dispositivi installati raccolgono dal campo; in base a queste informazioni, l'energy manager (o il progettista dell'impianto) può scegliere la soluzione ottimale per il risparmio energetico. Ad esempio, in un ambiente con controllo di luminosità si può preferire l'oscuramento solare esterno, con conseguente accensione delle luci, per favorire un risparmio di energia sul condizionamento dell'ambiente stesso e quindi ottenere un bilancio energetico complessivo migliore.

3.4 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Dopo una lunga fase di discussione e preparazione sembra che l'avvicinarsi della scadenza del 4 Gennaio 2006 abbia spinto le autorità del nostro paese a muoversi verso il recepimento della Direttiva Europea sulla Certificazione Energetica dei Fabbricati.

Obiettivo principale della Direttiva è quello di spingere gli Stati membri a dotarsi degli strumenti Normativi e Legislativi per "Promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici della Comunità europea". All'interno quindi di un contenitore generale ogni singolo Stato, tenendo conto delle specifiche condizioni ambientali, climatiche e delle norme preesistenti, svilupperà proprie procedure di regolamentazione. Altrettanto importante sarà l'aspetto economico in quanto tutti i provvedimenti adottati su questo tema dovranno essere coerenti con i "costi" da affrontare. Le disposizioni previste della direttiva riguardano:

- il calcolo integrato dell'energia del sistema edificio/impianto;
- i requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e nella ristrutturazione di edifici di grande superficie;
- la certificazione energetica degli edifici;
- l'ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento con potenza frigorifera > 12 kW

Il calcolo del rendimento energetico degli edifici sarà eseguito con metodologie anche diverse fra regione e regione, ma comunque tali da prendere in considerazione i seguenti aspetti:

- la coibentazione, l'esposizione, il clima;
- il tipo di impianto di riscaldamento, condizionamento e illuminazione artificiale(per il solo terziario);
- l'impiego di fonti di energia rinnovabili e le caratteristiche architettoniche dell'edificio.

Dopo l'elaborazione della Bozza del Decreto sul recepimento (nr. 500 del 27/05/05) e la successiva approvazione da parte delle Commissioni Parlamentari, si va verso una definizione delle regole pur in un ambito ancora molto complesso e fluido. In realtà, quindi, al momento non esistono metodi ufficiali per la Diagnosi e la Certificazione Energetica dei Fabbricati.

Tuttavia, se è vero che l'energia consumata nel settore residenziale e terziario, rappresenta già oggi oltre il 40% del consumo finale di energia della Comunità, è su questo fronte che l'Unione europea si sta impegnando in termini normativi e di indirizzo generale.

La direttiva del 16 dicembre 2002 è stata recepita con il **D.lgs 19 agosto 2005, n. 192**, di "Attuazione della direttiva 2002/91/Ce relativa al rendimento energetico nell'edilizia" e pertanto entro il termine previsto del 4 gennaio 2006. Tale decreto prevede che entro l'**8 ottobre 2006** gli edifici di nuova costruzione e quelli già esistenti di superficie superiore ai 1000 mq sottoposti a ristrutturazione "integrale" dovranno essere dotati di un attestato di certificazione energetica. Il decreto stabilisce inoltre i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire (tra l'altro) lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica.

Quest'ultimo decreto ha un impatto molto forte con la fase progettuale dell'edificio in quanto impone di analizzare sia le caratteristiche di massa dell'involucro che gli effetti dell'esposizione solare e degli schermi fissi e mobili. In effetti si anticipa quello che dovrebbe essere la grande

novità della futura Certificazione Energetica degli Edifici e cioè l'inizio della integrazione fra la progettazione architettonica e quella energetica/impiantistica.

Questo aspetto, sempre sottolineato ma mai ben approfondito, risulta forse quanto di più difficile e complesso da realizzare perché va a modificare rapporti professionali consolidati e metodi di lavoro assai diversi fra loro.

La certificazione energetica è un'azione informativa rivolta a sensibilizzare l'utente sulla qualità energetica del corpo edilizio. Si tratta di un'azione condotta nell'interesse del consumatore e dell'intera collettività, nel caso in cui si ottenga un effetto di riduzione dei consumi attraverso azioni di riqualificazione energetica oppure il mercato immobiliare si orienti verso modelli edilizi meno dissipativi.

Gli obiettivi della Certificazione energetica degli edifici sono i seguenti:

- definire un indicatore del consumo energetico dell'edificio nell'interesse dell'utente;
- rendere più trasparenti i rapporti con i fornitori di energia e di servizi energetici;
- identificare gli edifici che necessitano di interventi diagnostici più approfonditi;
- fornire elementi sulla necessità di prevedere i primi interventi di risparmio energetico.

La certificazione, inoltre, rappresenta un elemento importante per la pianificazione degli interventi di manutenzione straordinaria sia sugli edifici sia sugli impianti, considerando anche azioni finalizzate al risparmio energetico o per gestire in modo più efficiente contratti di fornitura di servizi energetici con finanziamento da parte di terzi.

In futuro, con l'attestato di certificazione energetica, due edifici apparentemente simili potranno avere valori immobiliari molto differenti, proprio in funzione della qualità energetica attestata con la certificazione. Questo dovrebbe aiutare a puntare sulla qualità energetica proprio per avere un "plus" da proporre.

Nella Direttiva si prevede che l'attestato energetico sia corredato da una serie di raccomandazioni per il miglioramento energetico in termini di costi-benefici. Questo induce a comprendere meglio la valenza economica dell'attestazione e dà un significato più complessivo alla validità stessa della certificazione, perché correla i dati dichiarati ad effettive possibilità di interventi.

Ricordiamo, brevemente, i requisiti richiesti per l'attestato di certificazione energetica:

- definizione di valori ripetibili e riproducibili, eliminando discrezionalità di giudizio (ad esempio: attribuzione di giudizi come pessimo, mediocre, buono, privi di riferimenti tecnici normativi);
- definizione di valori basati su condizioni standard di riferimento, ma coerenti con i consumi effettivi in atto o prevedibili, entro limiti da definire;
- possibilità di utilizzo della procedura per simulazioni di interventi sull'edificio e sull'impianto valutandone il risultato tecnico - economico;
- possibilità di paragonare tra loro su una base di misura comune i valori di edifici e impianti diversi.

Entrando nel dettaglio del certificato, l'attestato di certificazione energetica degli edifici dovrà indicare dati di riferimento, quali i valori vigenti a norma di legge e i valori di riferimento, che consentano ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell'edificio.

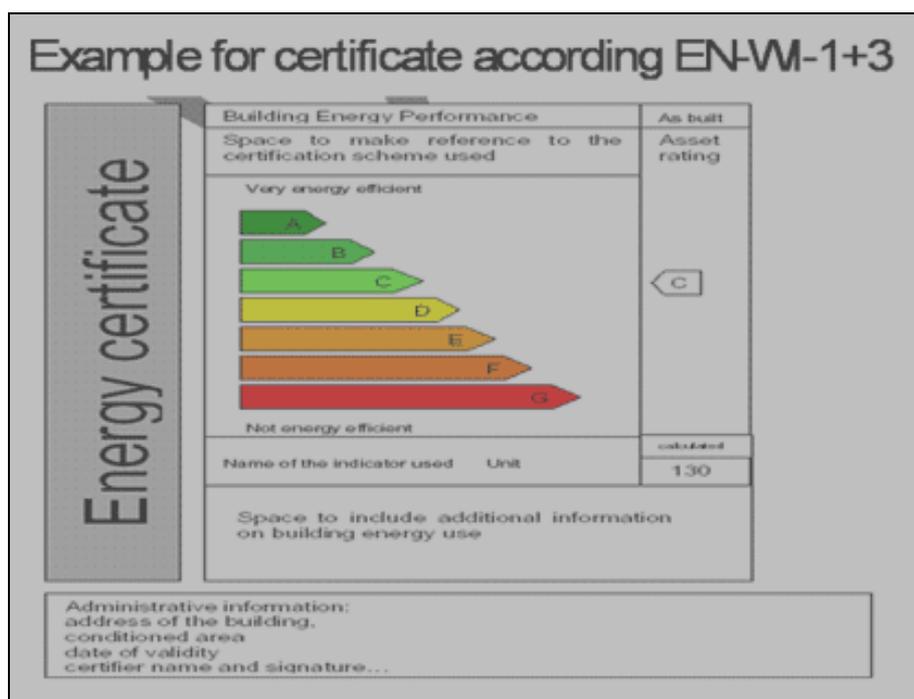


Fig. 3.4.1 – Esempio di certificato energetico

La certificazione energetica é in grado di fornire informazioni oggettive sulle prestazioni energetiche degli edifici all'atto della loro costruzione, compravendita o locazione, contribuendo alla trasparenza sul mercato immobiliare, incoraggiando gli investimenti nel risparmio energetico. Si prenderà in considerazione l'ipotesi di "adottare" la proposta di direttiva del parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia (2001/C 213 E/ 15, presentata alla Commissione il 15 maggio 2001) e si andrà ad analizzare quanto sta proponendo in materia la Regione Toscana e la Regione Emilia Romagna.

L'attestato di certificazione energetica dell'edificio, nell'esperienza comune acquisita finora, richiede una valutazione complessiva delle prestazioni energetiche esprimibile attraverso un confronto con livelli di riferimento (benchmark) in modo da rendere più immediata la percezione della "qualità energetica" raggiunta dall'edificio. Il modo più ovvio per esprimere questa valutazione è attraverso delle "classi", in modo analogo a quanto si fa per gli elettrodomestici (vedi l'esempio di CasaClima in figura 3.4.2).

Per la definizione delle classi di qualità energetica si fa normalmente riferimento ad una distribuzione statistica dei consumi negli edifici attuali. In questo caso le classi d'efficienza energetica si possono distribuire in modo uniforme attorno al valore medio, in modo da incentivare il miglioramento della classe agli edifici collocati nella situazione intermedia.

Una soluzione alternativa è quella di fare coincidere la classe migliore con quella raggiungibile attraverso le migliori tecnologie presenti sul mercato, con un'eventuale classe "plus" nel caso di adozione di materiali ecologici per la costruzione dell'edificio, per poi distribuire le classi inferiori facendole corrispondere a livelli peggiori di prestazioni. In questo modo si tende a favorire lo sforzo a realizzare edifici di ottime prestazioni, comprimendo però le classi medie e quelle più basse. E' questo il caso mostrato in figura precedente.

Se le classi sono espresse in termini di energia per unità di volume o di superficie (eventualmente corretta rispetto al clima o altre variabili), si ha per il condizionamento degli ambienti che la valutazione diviene indipendente dal rapporto superficie-volume dell'edificio (S/V), in modo da incentivare la progettazione di edifici più compatti e meno disperdenti.

Nel caso che la certificazione evidenziasse l'appartenenza ad una classe sotto a una soglia minima, si dovrebbe prevedere l'obbligo di sottoporre l'edificio ad un audit energetico al fine di individuare con maggior precisione gli interventi minimi necessari per riportare l'efficienza energetica dell'edificio sopra il livello minimo; tali interventi potrebbero essere resi vincolanti dall'amministrazione locale, stabilendo un'adeguata procedura nel regolamento edilizio.

La strategia da adottare potrebbe consistere nella verifica delle direttive comunitarie in materia e nell'estensione della certificazione energetica dapprima agli edifici pubblici e in seguito al parco edilizio privato.

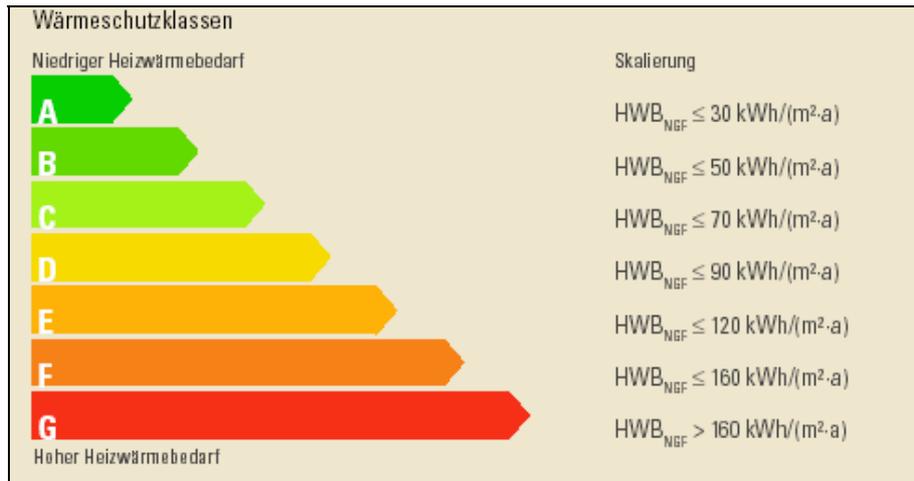


Fig. 3.4.2 –Etichetta energetica per edifici (CasaClima, Bolzano)

3.4.1 La certificazione energetica degli edifici pubblici

La certificazione energetica degli edifici pubblici può rappresentare un efficace strumento, sia per ridurre i consumi energetici, sia per dimostrare l'efficienza energetica del patrimonio immobiliare. In effetti, gli edifici pubblici sono generalmente caratterizzati da forti consumi di energia ed alti costi di gestione, non solo per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria, ma anche per la produzione di elettricità.

La certificazione energetica consente di definire le caratteristiche e le prestazioni energetiche dell'edificio attraverso un processo di analisi e di diagnosi. La diagnosi energetica è rivolta ad individuare le dispersioni energetiche dell'involucro edilizio, e quindi la percentuale dispersa dal soffitto, dal pavimento, dalle pareti, dalle finestre, dai vani sotto finestra o da altre strutture dell'edificio ed individua i quattro rendimenti medi stagionali: di emissione, di regolazione, di distribuzione e di produzione del calore.

I valori anomali, riscontrati durante la diagnosi energetica di un edificio, evidenziano gli elementi che necessitano interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica.

Attraverso la diagnosi energetica si attua inoltre l'art. 31 – comma 2 - della legge Italiana 10/91, che richiede di individuare le operazioni di manutenzione, non solo ordinaria, ma anche straordinaria, sia sugli edifici che sugli impianti, finalizzate al risparmio energetico dell'edificio o per gestire in modo più efficiente contratti di fornitura di servizi energetici. Il processo di diagnosi ed analisi e il successivo ottenimento della certificazione permettono di introdurre misure tali da ridurre notevolmente i consumi di energia e i costi di gestione.

In particolare modo, negli edifici pubblici, un grosso potenziale per il risparmio energetico si può individuare nell'applicazione di efficaci interventi volti a ridurre i consumi di elettricità.

Un primo passo dovrebbe essere quello di incentivare l'analisi della reale domanda di energia elettrica degli uffici e di tutti gli altri locali presenti negli edifici e di compararla con i consumi

effettivi. L'analisi, accompagnata da un'audit per valutare la tipologia dei consumi, permette di stabilire quali siano le componenti più energivore e di individuare gli interventi volti a ridurre i consumi di energia elettrica utilizzata per l'illuminazione, la ventilazione, l'aria condizionata ed altre apparecchiature.

In particolare, possono essere introdotte alcune misure di semplice applicazione, quali ad esempio l'introduzione di lampadine a basso consumo energetico, sensori per la rilevazione di presenza, temporizzatori, ma anche la promozione presso gli utilizzatori degli edifici di un comportamento più responsabile nei confronti del risparmio energetico. Grazie alla razionalizzazione dei soli consumi di energia elettrica è stato stimato un potenziale risparmio in CO₂ pari al 20%.

3.4.2 L'esperienza dell'Amministrazione comunale

A livello regionale, invece, la DGR n. 387 del 18/3/2002 "Prime disposizioni concernenti il coordinamento dei compiti attribuiti agli Enti locali in materia di contenimento dei consumi di energia negli edifici ai sensi del comma 5 art. 30 del Dlgs 112/98 – Progetto regionale per l'adeguamento degli impianti termici – individua i presupposti per la presentazione di un programma in merito allo Studio di un sistema di certificazione energetica degli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, tenendo conto delle principali esperienze europee.

In base a tale Delibera Regionale l'Amministrazione comunale con finanziamento della Regione Emilia Romagna ha svolto nel biennio 2002-2004 uno "Studio di un sistema di certificazione energetica...", svolgendo un'applicazione sperimentale su un edificio di proprietà del Comune di Modena.

L'analisi energetica dell'edificio comunale è stata eseguita facendo ricorso ad un software di calcolo commerciale basato sulle disposizioni della legge 10. In particolare sono stati perseguiti due differenti obiettivi tra loro correlati:

- Valutare la possibilità di stabilire un metodo di certificazione energetica degli edifici (e più precisamente del sistema edificio-impianto), basato sulla simulazione al calcolatore del loro comportamento energetico, ricorrendo, così, alla legge 10 e alle sue norme applicative come uno strumento di verifica e non più solo di progettazione
- Sfruttare il modello simulato al fine di individuare alcuni possibili interventi di risparmio energetico e poter valutare, a priori, i rapporti "costi-benefici" di ciascuno di essi.

Lo studio svolto, ha dimostrato che la certificazione energetica degli edifici mediante una loro simulazione al calcolatore non può comunque prescindere dal confronto con i consumi reali di energia, al fine di poter "settare" correttamente il modello. Se, infatti, basarsi solamente sui consumi reali comporta il rischio di influenzare la qualità energetica dell'edificio con i comportamenti energetici degli occupanti, viceversa, la simulazione al calcolatore basata sulla legge 10, non può prescindere da alcuni dati di input, difficilmente ricavabili in modo esatto, ma solo approssimato, lasciando una certa aleatorietà ai risultati ottenuti, colmabile solo attraverso un raffronto con i dati reali dei consumi, al fine di garantire almeno il loro ordine di grandezza.

Dato che per l'edificio allo studio erano disponibili tutti i dati di input necessari alla simulazione, da quelli geometrico-strutturali a quelli gestionali, si è deciso di effettuare più simulazioni, aumentando via via l'aderenza del modello al caso reale, così da analizzare l'influenza di una corretta simulazione sui risultati ottenibili.

1. Nella prima simulazione, semplificata, si è ricostruita la struttura esterna dell'edificio, in modo da racchiudere solo i locali riscaldati, escludendo così i vani scale, in vani ascensore, il sottotetto e il piano interrato. Inoltre non è stata considerata la suddivisione interna tra ambienti differenti, lasciando ciascun piano costituito da un solo locale. Viceversa, si è mantenuta la reale stratigrafia delle pareti e dei componenti finestrati, andando a inserire i ponti termici ove presenti. Per quel che riguarda la definizione delle zone di legge, si sono applicate alcune

semplificazioni: per i carichi interni presenti nei vari locali, sono stati utilizzati dei valori standard forniti dalla normativa; per ogni piano è stata adottata la stessa zona termica; non è stato considerato l'effetto dell'impianto ad aria primaria presente nell'edificio, affidando il ricambio d'aria alla sola ventilazione naturale; la temperatura interna nei vari locali è stata assunta costante e pari a 20°C, così come indicato dalla normativa in fase di progetto. Per quel che riguarda la centrale termica, al posto delle due caldaie della potenza al focolare di 382,5 kW l'una, realmente presenti e funzionanti a "cascata", si è considerata un'unica caldaia da 573,75 kW. Questo per l'impossibilità da parte del software di simulare il funzionamento reale delle 2 caldaie e la necessità di non sovrastimare eccessivamente la potenza del generatore per non avere rendimenti medi di produzione troppo bassi e lontani dai valori reali.

Infine, va fatta una precisazione per quel che riguarda la temperatura di attenuazione dell'impianto di riscaldamento, legata al carattere stazionario e non dinamico dell'analisi energetica definita dalla legge 10. Nella realtà, infatti, porre una temperatura di attenuazione significa fare intervenire la caldaia solo nel caso la temperatura scenda al di sotto di quella prefissata, per cui si tiene conto dell'inerzia termica dell'edificio, che consente un più lento raffreddamento dell'edificio. Il programma, invece, basandosi sul modello stazionario definito dalla legge 10, non tiene conto dell'andamento reale della temperatura interna dei locali, al fine di stabilire se e quando la caldaia debba entrare in funzione, limitandosi ad introdurre dei coefficienti riduttivi al fine di considerare il funzionamento intermittente o attenuato dell'impianto di riscaldamento, così come prescritto dalla norma UNI 10344. In particolare, il fattore correttivo k , che vale 1 nel caso di funzionamento intermittente ed è $>$ di 1 per funzionamento attenuato, serve per tenere conto dei maggiori consumi dovuti all'entrata in funzione della caldaia nel corso del periodo notturno. Esso è stato calcolato mediante una formula empirica e dipende dal periodo di attenuazione o spegnimento, dalla differenza di temperatura tra quella interna fissata e quella di attenuazione scelta e infine dalla costante di tempo dell'edificio, che tiene conto a sua volta dell'inerzia termica dello stesso. Se il valore di k diventa minore di 1, allora la norma impone di adottare il valore unitario, come se il funzionamento fosse intermittente, così da simulare il caso reale di un edificio dove per l'elevata inerzia termica la caldaia non entra mai in funzione nel corso del periodo di attenuazione. Nel caso preso in esame, dato un periodo di attenuazione di 13 ore e una temperatura di 13°C, si ottiene per k un valore negativo, coerentemente con il comportamento reale dell'edificio, che, vista l'elevata inerzia termica, difficilmente nell'arco della notte raggiungerà una temperatura inferiore ai 13°C.

Sotto queste condizioni si è ottenuto un valore del fabbisogno energetico stagionale di energia primaria, Q_s , con una differenza percentuale del 1,44% in difetto.

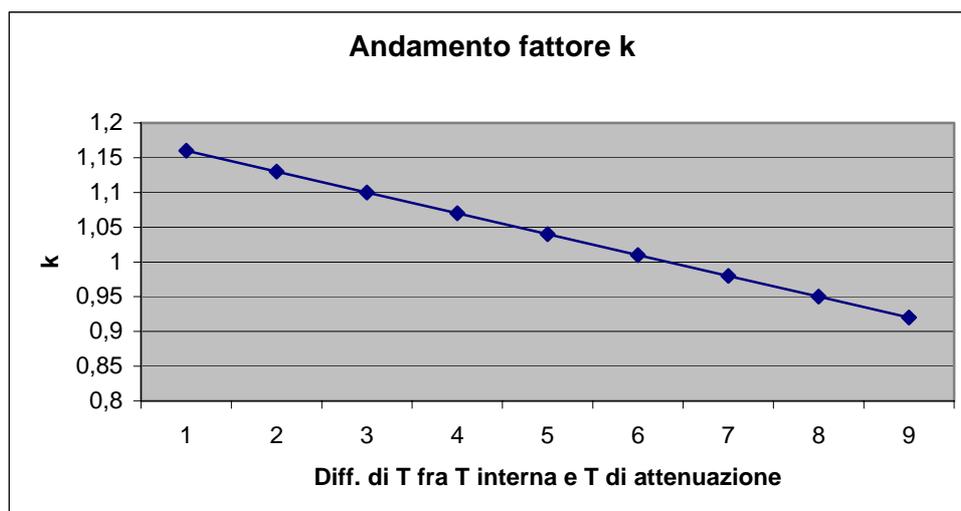


Figura 3.4.3 - Andamento del valore di k nelle condizioni di regolazione definite, al variare della temperatura di attenuazione

2. Nella seconda simulazione, partendo dal modello precedentemente definito, si è adottata la reale suddivisione interna dei vari locali, definendo anche 4 differenti zone termiche, per una maggiore aderenza alla realtà. Le differenze sostanziali tra queste 4 zone termiche, riguardano la tipologia dei terminali scaldanti, radiatori per i bagni, ventilconvettori per gli altri locali, l'indice di affollamento e i carichi interni ipotizzati.
3. Con questo affinamento del modello, si è ottenuto un valore di Q_s per una differenza percentuale del 6,65% dai consumi reali.
4. Nella terza simulazione, si è adottata la reale geometria esterna dell'edificio, comprendendo all'interno della struttura edilizia anche le zone non riscaldate. Per tali locali è stata definita una nuova zona termica, in modo da lasciare al programma il calcolo della temperatura interna per questi locali, che ora non è più uguale alla temperatura esterna di progetto, ma è ottenuta dal bilancio energetico tra il calore disperso verso l'esterno e quello ricevuto dai locali riscaldati confinanti. Per il Q_s si è così ottenuto un valore più basso rispetto ai consumi reali del 10,26%.
5. Nella quarta simulazione, si è fatto anche l'ultimo passo verso una corretta modellazione dell'edificio in esame, prendendo in considerazione la presenza dell'impianto ad aria primaria al piano terra e primo piano. E' stato allora necessario definire 3 nuove zone termiche, per uffici, anagrafe e bagni serviti dall'UTA e, quindi, caratterizzati da una ventilazione forzata, oltre che naturale. Si è così ottenuto per Q_s un valore più basso di quello reale del 8,80%.
6. Con la quinta simulazione, si è voluto compiere un ulteriore passo verso la corretta modellazione dell'edificio e della sua gestione, ponendo la temperatura interna pari a 22°C, come rilevato dai sopralluoghi effettuati. Ovviamente, la temperatura interna dei vari locali non è costante, ma per non complicare troppo il processo di inserimento dei dati, si è scelto di adottare la temperatura media rilevata. Il valore di Q_s è così più alto di quello reale del 5,44%.

Si è rilevato, quindi, che, nonostante il primo modello fosse quello maggiormente semplificato, sia dal punto di vista geometrico che termico, si è comunque dimostrato quello che meglio approssimava il valore reale di Q_s . Tale risultato mette in guardia da un "superficiale" uso di questi potenti programmi di calcolo, dal momento che una serie di errori, o semplificazioni, di

modellazione possono portare ad una compensazione degli stessi fino ad ottenere un valore finale dei consumi molto simile a quello reale, ma con differenti comportamenti energetici dell'edificio in esame. Sebbene, infatti, il primo e il quinto modello abbiano valori di Q_s analoghi, la ripartizione percentuale dei vari fattori che concorrono alle dispersioni di calore viene ad essere assai differente (basti pensare all'incidenza dell'aria primaria da riscaldare, presente nel quinto modello e non nel primo), con notevoli ripercussioni sulle soluzioni da adottare al fine di ottenere un risparmio energetico per l'edificio analizzato.

Una corretta modellazione è dunque fondamentale per ottenere risultati attendibili, sia in termini di valori finali di consumi, sia in fase di proposizione di soluzioni volte ad una riduzione degli stessi. Riteniamo, allora, che i dati di input necessari per effettuare una corretta analisi energetica mediante un software di calcolo commerciale siano:

- geometria dell'edificio;
- stratigrafia dei componenti opachi e trasparenti che compongono la struttura edilizia;
- dati caratteristici del generatore di calore e suo orario di funzionamento (periodo di attenuazione/spegnimento, temperatura di attenuazione programmata);
- tipo di distribuzione, di terminali scaldanti e di regolazione presente;
- temperatura interna adottata nelle reali condizioni di utilizzo;
- dati sulla ventilazione meccanica, se presente;
- carichi interni presenti.

Con questi dati, è possibile utilizzare la legge 10 in sede di verifica e certificazione di un edificio esistente, con il vantaggio, rispetto ad una certificazione basata solo sui consumi reali, di poter eliminare l'effetto dei "cattivi" comportamenti energetici degli occupanti. Questo aspetto è risultato particolarmente interessante per quel che riguarda la temperatura interna presente nei locali e il periodo di funzionamento impostato per l'impianto di riscaldamento, valori che possono essere modificati rispetto a quelli di legge, comportando variazioni nei consumi finali di energia. Al fine di una corretta certificazione energetica degli edifici, invece, riteniamo sia necessario definire delle condizioni standard di progetto, alle quali riferirsi per uniformare l'analisi e avere dei valori veramente confrontabili.

Nel caso in esame, per esempio, una volta verificato il corretto comportamento energetico del quinto modello, confrontandone i consumi con quelli reali, è stato possibile utilizzare per la certificazione energetica il quarto modello, caratterizzato da una temperatura interna dei locali pari a 20°C, come richiesto dalla normativa. E' stato possibile, in questo modo, non tenere conto del comportamento dei dipendenti, che intervengono modificando l'impostazione dei termostati presenti sui ventilconvettori, incrementando così i consumi finali. Le potenzialità energetiche dell'edificio preso in esame, in sede di certificazione, sono state ottenute attraverso la quarta simulazione svolta.

Lo studio eseguito, ha avuto anche lo scopo di presentare alcune soluzioni percorribili al fine della riduzione dei consumi di combustibile, necessario per il riscaldamento invernale dell'edificio considerato. Sono stati suggeriti, anche alcuni interventi significativi sulla strada del risparmio energetico, intervenendo o sull'involucro edilizio, o sul sistema di riscaldamento.

3.5 IL RISPARMIO ENERGETICO NELL'ILLUMINAZIONE

Premessa

L'illuminazione degli spazi esterni – solitamente associata al concetto di illuminazione pubblica - non è semplicemente legata alla funzionalità, poiché nelle città odierne assume ruoli in virtù delle modificazioni e delle sedimentazioni che hanno trasformato l'assetto del contesto urbano: la sicurezza, la socializzazione, la valorizzazione del patrimonio storico e artistico sono solo alcune delle funzioni che l'illuminazione di una città deve necessariamente tenere in considerazione.

Numerosi studi hanno messo in evidenza l'irrazionalità degli attuali sistemi dell'illuminazione sia per gli spazi esterni, come l'illuminazione stradale, sia per gli ambienti interni delle abitazioni e dei luoghi di lavoro. Secondo alcuni di questi studi, quasi il 30% dell'energia elettrica necessaria al funzionamento degli impianti di illuminazione per esterni viene sprecato, in quanto adoperato per "illuminare il cielo". L'ulteriore spreco, quantificabile nell'ordine del 30%, è determinato dal mancato utilizzo di lampade efficienti e di sistemi per il contenimento dei consumi energetici.

La graduale riqualificazione e razionalizzazione dei sistemi di illuminazione è in grado di apportare un elevato risparmio energetico ed economico.

L'illuminazione pubblica della città di Modena è sempre stata oggetto di grande attenzione sia da parte del Comune sia dell'Azienda che ne cura la manutenzione. Attualmente la rete di IP cittadina è caratterizzata da impianti tecnologicamente validi e da un punto di vista energetico l'efficienza globale conseguita (circa 100lm/W) fa balzare Modena ai primissimi posti fra le città italiane.

Tale risultato è frutto da una costante attività di programmazione e di investimenti basata sulle seguenti linee:

- campagna di trasformazione dei punti luce al mercurio al sodio (ormai in fase di completamento);
- installazione dei regolatori di flusso (Modena è stata la prima città ad installarli a partire dal 1986);
- progettazione attenta alla gestione flussi luminosi al fine di ridurre al massimo i dispersi.

3.5.1 L'illuminazione degli spazi esterni

L'adozione di una strategia di risparmio energetico, nell'ambito dell'illuminazione potrebbe arrivare a definire un vero e proprio Piano comunale dell'illuminazione pubblica, per perseguire i seguenti obiettivi:

- **la sicurezza del traffico veicolare e delle persone** - è il compito principale dell'illuminazione pubblica, a prescindere dalle considerazioni di natura economica. Il risparmio energetico non si può ottenere tramite una diminuzione delle aree stradali illuminate ma solo attraverso la razionalizzazione dell'intero sistema. Inoltre, particolare attenzione va posta all'illuminazione dei parchi e delle piazze per evitare fenomeni di criminalità dovuti alla mancanza del controllo di tali luoghi in assenza della luce solare.
- **Il miglioramento della qualità della vita e delle condizioni dei centri urbani e dei beni ambientali, monumentali e architettonici** - l'illuminazione può assumere un carattere promozionale ai fini turistici, semplicemente ponendo in evidenza percorsi e monumenti, e riuscendo a prolungare la permanenza dei turisti nella città oltre il canonico orario di chiusura dei musei. Inoltre, l'illuminazione di particolari ambiti urbani come parchi e piazze favorisce la socializzazione, riuscendo a prolungare l'ipotetica durata delle giornate;

- **Il risparmio energetico** – l'individuazione di soluzioni tecnologiche relative al sistema di illuminazione, ovvero orientando in maniera razionale i fasci luminosi evitando di illuminare il cielo e adottando sistemi di temporizzazione più flessibili ed efficaci, consente un minore consumo di energia elettrica riuscendo a garantire un servizio migliore;
- **L'ottimizzazione dei costi d'esercizio e manutenzione (gestione)** - un costo rilevante é determinato dal monitoraggio degli elementi da sostituire; l'adozione di sistemi informatici di autodiagnosi consentirebbe di gestire in maniera più razionale ed economica gli interventi di manutenzione.

Per dare operatività ad un eventuale Piano dell'Illuminazione Pubblica, oltre a stabilire gli obiettivi, é necessario prevedere le risorse (la Regione dovrebbe destinare contributi significativi ai Comuni per la predisposizione di tali Piani) da destinare a tale finalità e soprattutto prevedere le fasi temporali d'attuazione di tale piano. Sulle basi di un monitoraggio complessivo del sistema d'illuminazione sarebbe inoltre possibile verificare l'efficacia, l'efficienza e la sostenibilità delle scelte e degli investimenti effettuati.

La buona situazione di partenza dell'illuminazione pubblica a Modena rende più difficile migliorare ulteriormente i parametri di consumo energetico degli impianti. In questa fase possono tuttavia essere suggerite almeno due linee di intervento.

La prima riguarda l'adozione di un Piano comunale per l'illuminazione pubblica per meglio definire e regolare i seguenti punti:

- sicurezza del traffico veicolare e delle persone;
- rispetto degli edifici e dei contesti urbani;
- individuazione dei criteri da utilizzarsi nelle varie zone;
- valorizzazione di zone di particolare pregio storico e architettonico;
- coordinamento e programmazione degli interventi;
- riduzione delle ore di accensione in particolari situazioni (parchi, parcheggi, ecc);
- mantenimento dell'alta efficienza luminosa e contenimento dell'inquinamento luminoso;

La seconda è di coinvolgere l'Azienda che cura la gestione degli impianti anche tramite la partecipazione ai benefici derivanti da iniziative di contenimento dei consumi energetici. In sostanza si tratterebbe di adottare un Contratto di Servizio che a differenza di quello attuale preveda la possibilità per l'Azienda di proporre e attuare gli interventi di risparmio e razionalizzazione recuperandone i costi sulla base di un canone annuale comprensivo anche delle spese energetiche.

E' pertanto possibile delineare una strategia d'intervento sulla gestione dell'illuminazione pubblica tesa al miglioramento delle condizioni attuali e ad investimenti che consentano di trarre benefici nell'immediato, ma soprattutto in proiezione futura. Il Piano, pertanto, delinea la necessità di definire un Piano Operativo dell'illuminazione pubblica per il Comune di Modena.

A titolo di esempio si citano il provvedimento legislativo regionale della Sardegna che istituisce i Piani comunali dell'illuminazione pubblica sia per il risparmio energetico sia per l'inquinamento luminoso e il Piano di rinnovamento e trasformazione della rete di illuminazione pubblica di Milano. Il Piano di Milano, avviato nel 1999, sta portando a un generale aumento dell'efficienza energetica e luminosa del parco illuminante. L'installazione di lampade ad alta efficienza a scarica (lampade al sodio ad alta pressione) con la rifasatura degli impianti, sta portando a incrementi dell'efficienza luminosa (quantità di illuminamento per unità di potenza installata) nell'ordine del 7-8% annuo. Ulteriori iniziative mirate all'efficienza riguardano la sperimentazione di dispositivi (regolatori di flusso) in grado di mantenere la tensione di alimentazione stabilizzata, con il vantaggio di aumentare la vita media delle lampade (fino a 2-3 anni), con incrementi del flusso luminoso nell'ordine del 15% (anche se alcuni problemi di ingombro elevato limitano la possibilità di estendere l'uso di questi regolatori in modo diffuso).

3.5.2 L'illuminazione degli ambienti interni

Il campo dell'illuminazione degli ambienti interni lascia spazio ad azioni, di carattere tecnologico e comportamentale, in grado di ridurre sensibilmente i consumi energetici, garantendo analoghe o migliori condizioni d'illuminamento.

I vantaggi economici derivanti dall'adozione di adeguate soluzioni tecnologiche sono stati messi in evidenza da tutte le più grandi case produttrici di prodotti per l'illuminazione: le lampade tradizionali a incandescenza hanno una durata di mille ore, mentre quelle fluorescenti compatte hanno una durata dieci volte maggiore. Più luce con meno potenza assorbita e maggior durata, assieme ai benefici ambientali che ne derivano, sono i vantaggi evidenti per i consumatori

Il risparmio energetico é perseguibile, quindi, non soltanto nel settore dell'illuminazione di spazi esterni, ma anche negli ambienti interni ad uso pubblico e privato, anche se tuttora il mercato è caratterizzato per il 95% dall'uso di lampade ad incandescenza.

L'interesse dell'utenza rivolto alle lampade fluorocompatte nell'illuminazione di spazi interni scaturisce, prevalentemente, dall'opportunità di risparmio economico piuttosto che dalla sostenibilità ambientale. Le Amministrazioni dovrebbero pertanto sensibilizzare e incentivare i cittadini all'impiego di lampade a risparmio energetico.

La soluzione offerta da un'azienda tedesca, ad esempio, (Hilite – Lighting and electronics L.t.d; - Lampadina Aladin 2000” propone un servizio innovativo basato su una lampadina con la parte illuminante separabile dalla parte elettronica, che offre la possibilità di sostituire il bulbo in caso di danneggiamento (che costituisce la parte deperibile e di minor costo) e offre un'alternativa ai sistemi a vite o a baionetta, pericolosi in caso di contatto. Il contratto, proposto dall'azienda, prevede la fornitura di lampadine a risparmio energetico con il solo pagamento di una cauzione e di un importo fisso mensile a copertura dei costi di produzione, del servizio d'assistenza e di una garanzia completa per cinque anni (nel caso in cui una lampadina smettesse di funzionare prima del previsto sarebbe sostituita gratuitamente).

Il sistema viene per ora offerto direttamente ai gestori di grandi parchi edilizi come Comuni, Province, Regioni, Ospedali e Banche, concedendo il “servizio illuminazione” e la relativa assistenza ad un canone contenuto che si ripaga con il risparmio ottenuto sulle “bollette”. Il risparmio indicato dalla casa produttrice si può attestare attorno all'80%, con evidenti vantaggi per l'utente finale e per l'ambiente.

Queste indicazioni suggeriscono l'adozione di un piano gestionale analogo per tutti gli edifici pubblici.

3.5.3 Il Disciplinare tecnico/economico per la gestione del servizio illuminazione pubblica

Nel corso dell'anno 2005 il Comune di Modena e META s.p.a. hanno redatto ed approvato il Disciplinare tecnico/economico per la gestione del servizio Illuminazione pubblica.

Il disciplinare viene redatto al fine di tradurre gli adempimenti previsti dal Contratto di Servizio in impegni e obiettivi relativi al singolo esercizio e nei conseguenti oneri economici.

Esso contiene:

1. la quantificazione dei parametri/obiettivo di cui agli Standard prestazionali e qualità dei servizi
2. gli orari di accensione/spegnimento dei punti luce, nonché le modalità di erogazione del servizio;
3. i principali indirizzi e gli obiettivi strategici, elaborati in coerenza con le linee di governo del territorio, cui dovrà ispirarsi l'azione di Meta nel corso dell'anno;
4. il programma annuale dei lavori nonché gli interventi e le iniziative più significative, che Meta dovrà attuare;

5. il valore del Corrispettivo di Produzione del servizio per l'anno di riferimento;
6. l'elenco prezzi di riferimento per i lavori da eseguire su commissione del Comune o per l'attuazione dei progetti elaborati dal Comune;
7. l'entità e le modalità di riconoscimento degli indennizzi dovuti al Comune di Modena.
8. i tempi standard di intervento.

Nella applicazione del presente disciplinare META S.p.A. si impegna ad effettuare quanto sopra con criteri di efficienza, efficacia ed economicità; inoltre favorirà e promuoverà l'uso della migliore tecnologia disponibile per il più efficace svolgimento del servizio d'illuminazione pubblica, in un'ottica di efficienza e di sicurezza degli impianti, di decoro per la collettività servita e di perseguimento del risparmio energetico.

Al fine di ottenere gli obiettivi sopraccitati, nel documento in oggetto vengono definiti anche i principali indirizzi e gli obiettivi strategici, elaborati in coerenza con le linee di governo del territorio:

- ✓ il proseguimento del programma di riduzione dei consumi energetici della rete di I.P. attraverso la sostituzione delle lampade al Mercurio con altrettante al Sodio a parità di luminosità fornita;
- ✓ Proseguirà il programma di installazione di nuovi contatori, da attuarsi di regola in occasione di nuovi impianti ovvero da concordare con gli uffici Comunali referenti
- ✓ lo sviluppo di programmi di aggiornamento tecnologico relativo a lampade, apparecchiature e/o dispositivi sempre finalizzato a obiettivi di risparmio energetico anche per mezzo dell'uso di tecnologie innovative (fotovoltaico, ecc...);
- ✓ la determinazione del numero delle lampade da sostituire annualmente sulla base della durata media di vita delle stesse;
- ✓ il proseguimento del programma di riduzione dell'inquinamento luminoso urbano nei limiti previsti dalle norme UNI e dalla legge regionale 19/2003 nell'ambito delle azioni programmate di rinnovo della rete esistente cui si intendono dovranno aggiungersi la sostituzione dei globi con armature di tipo schermato;
- ✓ la collaborazione con i competenti uffici del Comune di Modena al fine di individuare e segmentare (ovvero valutare gli oneri per un intervento di segmentazione) le aree e le zone di viabilità assoggettabili ad iniziative di riduzione del flusso luminoso così come previste dalla vigente normativa UNI;
- ✓ l'attivazione di un programma di identificazione/etichettatura dei singoli corpi illuminanti, al fine di giungere progressivamente ad un archivio/catasto dei medesimi agevolare e razionalizzare le azioni di manutenzione svolte e/o programmate sugli stessi;
- ✓ redazione, in collaborazione con il Servizio Energia e Ambiente del Comune di un piano per la riduzione dei consumi energetici attraverso l'utilizzo in conformità alle prescrizioni della UNI 10439 dei regolatori di flusso;
- ✓ lo studio, in collaborazione del Servizio Energia e Ambiente oltre ad altri eventuali tecnici esperti del Comune, di modelli, apparecchi, armature ecc.. di tipo speciale finalizzate all'inserimento in particolari contesti urbani.

3.6 IL RISPARMIO ENERGETICO E LA MOBILITA' SOSTENIBILE

La mobilità, delle persone e delle merci, è responsabile per oltre un terzo dei consumi finali dell'energia e dell'inquinamento atmosferico ed acustico della città. Inoltre, la mobilità riguarda tutti gli aspetti della vita cittadina e quindi non esiste un'unica modalità di trasporto in grado di soddisfare tutte le esigenze dell'utenza, così come non esiste un'unica tipologia di utenza. La politica d'intervento della mobilità deve basarsi su un quadro organico di azioni in cui, accanto ad una graduale disincentivazione del trasporto con mezzo privato, sia posta in atto una diversificazione ed un potenziamento dell'offerta di trasporto collettivo. La disincentivazione del trasporto privato non può assumere solamente un carattere repressivo, ed il potenziamento dell'offerta di trasporto collettivo non deve passare solamente attraverso il potenziamento delle infrastrutture per il trasporto di massa, ma deve avvalersi, ove possibile, dell'introduzione di una gamma di servizi alternativi di trasporto, diffusi sul territorio, che consentano un completamento ed un'integrazione del trasporto pubblico.

La mobilità è condizionata dai seguenti fattori:

- i mezzi di trasporto utilizzati;
- le fonti energetiche usate per il funzionamento dei mezzi;
- la rete di infrastrutture disponibile;
- gli orari in cui avvengono gli spostamenti.

Per assumere decisioni razionali è necessario un insieme organico di informazioni attendibili ed aggiornate, estese anche ai comuni che gravitano attorno alla città, acquisendo, in modo analitico, l'entità e la struttura della domanda e dell'offerta di mobilità e solo successivamente definendo le scelte operative conseguenti. In questo modo, è possibile arrivare ad una valutazione attendibile dei risultati e predisporre un sistema di monitoraggio per il controllo dell'evoluzione dei risultati nel tempo.

3.6.1 La mobilità urbana delle persone

La città è un sistema complesso caratterizzato da un insieme di funzioni, fortemente interconnesse, necessarie per lo svolgimento della vita della comunità che vi risiede. E' nelle città, infatti, che si concentra la maggior parte della popolazione di un paese (circa l'80% degli abitanti risiedono nei centri urbani, sia negli USA sia in Europa), ed in cui **si svolgono le principali attività della popolazione residente, si consuma e si produce la maggior parte dei beni disponibili e si sviluppano i rapporti socio economici della comunità.**

La crescita delle città, a partire dall'inizio del secolo scorso, ha originato un aumento continuo della domanda di mobilità favorita, più recentemente, dalla crescita dell'indice di motorizzazione privata che in Italia, nel periodo 1960-95, è passato da 48 auto/1000 abitanti ad oltre 550 auto/1000 abitanti. La mobilità urbana si sviluppa all'interno di uno spazio fisico del tutto inadeguato, costituito dalla rete viaria e dalle piazze che corrispondono complessivamente al 10-15% della superficie della città.

La concentrazione della domanda di mobilità porta alla crisi del sistema dei trasporti, in particolare nelle città italiane caratterizzate spesso da centri storici di impianto romano o medioevale, dove la velocità commerciale dei mezzi collettivi si aggira attorno ai 15 km/h. Nella fase attuale dell'evoluzione delle città, si assiste ad un progressivo trasferimento dei residenti dal centro storico verso le aree periferiche più tranquille e meno inquinate, e all'occupazione delle zone centrali da parte di attività terziarie. Questo fenomeno accentua la lunghezza dei percorsi sistematici per lavoro, studio e acquisti, ed origina una crescita ulteriore della domanda di mobilità per motivi di lavoro, tipica del terziario, durante tutto l'arco della giornata. La domanda è attualmente soddisfatta dal mezzo privato per il 75% dei km percorsi; nel periodo 1985-95 il traffico dei mezzi privati nelle

città, espresso in veicoli per Km, è aumentato del 78% mentre i passeggeri degli autobus urbani sono diminuiti di circa il 34%, a fronte di un'offerta di posti sostanzialmente invariata.

I veri problemi derivanti dall'uso crescente del mezzo privato, non sono tanto l'aumento dell'inquinamento atmosferico ed acustico, destinati a ridursi nell'arco dei prossimi dieci anni con l'introduzione di nuovi combustibili e nuovi motori, ma la crescita della **congestione** del sistema viario e dell'**incidentalità**. Nelle città, infatti, si concentrano gli incidenti originati dai trasporti che provocano danni alle persone; nel 1997 in Europa il 66% di questi incidenti si è verificato in ambito urbano, mentre in Italia si è arrivati al 73%. Il problema, per le sue dimensioni, ha un interesse sociale: in Italia si verificano ogni anno oltre 180.000 incidenti con conseguenti danni alle persone (6.500 morti e 260.000 feriti), in Emilia Romagna 21.500 incidenti con 845 morti e 29.830 feriti nel 1996; si calcola che nei Paesi sviluppati il costo economico dell'incidentalità stradale si aggiri attorno al 2-2,5% del PIL.

Le azioni dell'Amministrazione devono intervenire sulla **ripartizione modale** della mobilità delle persone, attuando un insieme omogeneo di interventi coordinati, finalizzati:

- **al potenziamento dell'offerta del trasporto collettivo**, anche qualitativa, ed in particolare di quello pubblico, possibilmente in sede propria;
- **all'introduzione di nuovi sistemi di mobilità;**
- **alla promozione di modalità alternative**, quale l'utilizzo della bicicletta o del percorso a piedi. A questo proposito è interessante notare che, anche il Piano Strategico dei Trasporti degli Stati Uniti del 1999, incentrato sulla sicurezza degli utenti, annovera tra le strategie per un utilizzo efficace dei mezzi di trasporto la diffusione dell'uso della bicicletta.

Tra i nuovi sistemi di mobilità si possono annoverare il *taxi collettivo*, il *car pooling*, il *car sharing* e il *park and ride*, già in uso da tempo in Europa. Questi sistemi tendono a ridurre i veicoli in circolazione o in parcheggio, per lasciare la rete stradale disponibile al traffico prioritario e a contenere i fenomeni di congestione e gli incidenti. Uno studio del 1995 ha stimato che i costi della congestione del traffico raggiungono in Europa il 2% del PIL, per l'Italia il costo degli incidenti nel 1997 è ammontato complessivamente a 21,5 miliardi di Euro.

Un contributo determinante alla gestione della mobilità urbana può essere fornito dai "mobility manager", istituiti con Decreto Legislativo del 27 marzo 1998, *Mobilità sostenibile nelle aree urbane*, promosso dal Ministero dell'Ambiente e dai Ministeri dei Trasporti, dei Lavori Pubblici e della Sanità. Il Decreto prevede l'istituzione di due differenti figure di "mobility manager": il mobility manager Aziendale, che deve essere nominato da ogni Azienda con un numero di dipendenti superiore alle 300 unità (800 se distribuiti in più sedi) ed il mobility manager di Area, di nomina Comunale o Provinciale. Il compito principale dei mobility manager Aziendali è quello di operare, all'interno delle Aziende commerciali ed industriali, per il contenimento della domanda di mobilità privata dei dipendenti. I manager Aziendali, attraverso un processo d'indagine ed analisi della situazione interna ed esterna all'Azienda, e di definizione di un insieme coerente di obiettivi conseguibili e degli interventi da realizzare (tra cui il telelavoro), formulano i programmi di attuazione, denominati Piani degli spostamenti casa-lavoro. Tali Piani, da concordare con il Comune o la Provincia e da aggiornare con cadenza annuale, dovranno prevedere un'informazione periodica del personale da parte dell'Azienda ed una valutazione dei risultati conseguiti. Il mobility manager di Area, invece, definisce e coordina gli interventi proposti dai manager Aziendali, e in particolare deve:

- promuovere l'uso del trasporto collettivo locale, anche con proposte di incentivazione economica (job ticket);
- favorire l'intermodalità degli spostamenti;
- promuovere l'impiego di nuovi sistemi di mobilità (car-sharing, car-pooling, taxi collettivo, ecc.);

- promuovere l'introduzione di veicoli meno inquinanti (veicoli a metano, veicoli elettrici e biciclette);
- promuovere la realizzazione di piste ciclabili e dei relativi parcheggi custoditi, dotati eventualmente di servizi di noleggio e riparazione.

Inoltre, il mobility manager di Area, in collaborazione con i manager Aziendali, si pone come obiettivo la riduzione dei picchi di traffico, attraverso interventi di modifica degli **orari aziendali** delle diverse organizzazioni che operano nel territorio. Il mobility manager d'Area, pertanto, diventa lo strumento operativo attraverso il quale l'Amministrazione locale orienta le proposte che provengono dagli Enti e dalle Aziende che operano sul territorio.

3.6.2 Il telelavoro

Un ottimo metodo per ridurre i problemi della mobilità è quello di agire sulle cause del problema, ovvero la necessità di spostamento delle persone. Il **telelavoro** permette di rendere non più necessari gli spostamenti per recarsi sul posto di lavoro, consentendo ad un numero sempre maggiore di cittadini di lavorare a casa propria.

Questa idea che fino a pochi anni fa poteva sembrare fantascientifica è ora attuabile grazie all'enorme sviluppo delle reti di telecomunicazioni registrato negli ultimi tempi; ciò è particolarmente vero per la città di Modena in quanto sul territorio comunale sono disponibili linee tradizionali veloci (ADSL, HDSL) ed una capillare rete in fibra ottica.

Tali supporti tecnologici consentono a prezzi contenuti (e in costante calo) di rendere funzionante una postazione di telelavoro domestico, di effettuare videoconferenze con più sedi contemporaneamente, di partecipare a progetti in team con partner localizzati in altre città e anche all'estero senza la necessità di muoversi fisicamente.

La terziarizzazione del mondo del lavoro che, soprattutto nelle realtà più avanzate come quella modenese, sta sopravanzando le classiche attività industriali ed artigianali, risulta essere un ottimo presupposto allo sviluppo del telelavoro.

Per consentire lo sviluppo di tale modalità di lavoro è necessario sensibilizzare su queste tematiche i fruitori potenziali facendo comprendere che, laddove possibile, è meglio spostare i dati sulle reti in fibra ottica alla velocità della luce e a costi energetici quasi nulli anziché le persone con tempi aleatori e consumi energetici rilevanti.

3.6.3 Il piano della mobilità cittadina e la centrale della mobilità

Il Consiglio Comunale di Modena con delibera n° 76 del 5-7-2001 ha approvato il "**Piano della Mobilità cittadina**" riguardante gli interventi previsti per la razionalizzazione dei sistemi di gestione della mobilità. Gli obiettivi principali che si intendono perseguire sono la sicurezza stradale e la fluidificazione del traffico con conseguente riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti.

Per raggiungere tali obiettivi oltre agli interventi tradizionali (adeguamento di strade e incroci, sensi unici, semafori, ZTL, rotatorie, ecc) è prevista l'attivazione di sistemi telematici per la supervisione e la gestione integrata del traffico come già avvenuto in alcune città europee tecnologicamente avanzate. A tale fine sarà realizzata una "**Centrale della Mobilità**" posta presso il comando della Polizia Municipale alla quale:

- confluiranno tutte le informazioni dello stato del traffico rilevabili dai vari dispositivi locali come spire contatraffico, telecamere, semafori telecontrollati;
- saranno collegati numerosi sottosistemi legati alla gestione del traffico come ad esempio:
 - rete di telecontrollo dei semafori (Sistema UTC – Urban Traffic Control);

- pannelli a messaggio variabile per l'informazione dei cittadini;
- sistema di monitoraggio a mezzo satellite della flotta dei mezzi pubblici (sistema "AVM" – Automatic Vehicle Monitoring).

La grande quantità di dati sarà veicolata alla Centrale grazie ad una estesa rete in fibra ottica. La Centrale disponendo di tutte le informazioni in tempo reale riguardanti il traffico, sarà in grado di:

- fornire una informazione in tempo reale all'utenza sullo stato della viabilità cittadina;
- gestire in modo coordinato il trasporto pubblico e quello privato;
- ottimizzare la regolazione semaforica;
- prevenire le congestioni;
- predisporre rapidamente nuovi piani di traffico in funzioni di eventi disturbanti (cantieri, incidenti, occupazione di spazi, ecc).

Di particolare importanza è il controllo adattativo degli impianti semaforici operato dal sottosistema UTC che raccoglie e storicizza i dati di traffico e regola la durata delle fasi semaforiche in coerenza con i criteri di fluidificazione del traffico precedentemente programmati. Per fare questo ogni impianto semaforico telecontrollato rileva con appositi dispositivi le attuali condizioni di traffico; è inoltre possibile attrezzare l'incrocio con telecamere e valutare così dalla Centrale lo stato reale del traffico.

3.6.4 Nuovi sistemi di mobilità delle persone

I nuovi sistemi di mobilità come il *taxi collettivo*, il *car pooling*, il *car sharing* e il *park and ride* sono orientati alla riduzione del numero dei veicoli privati in circolazione, contribuendo in modo efficace a rendere il traffico più fluido ed a ridurre le emissioni atmosferiche ed acustiche in città.

Nella definizione operativa dei nuovi sistemi di mobilità, è necessario valutare sia gli aspetti tecnici sia quelli economico-ambientali, tenendo in considerazione molteplici fattori tra i quali:

- tipologie di servizi offerti;
- analisi di mercato e individuazione dei bacini d'utenza;
- tipologia di percorsi;
- tariffe e abbonamenti;
- prenotazioni e disdette, utilizzando tecnologie informatiche;
- aspetti organizzativi e gestionali;
- gestione pubblica, privata o mista;
- proposte di innovazioni legislative;
- individuazioni di categorie di utenti con maggiore propensione all'uso del servizio come le "utenze deboli", ecc.

E' evidente che la proposta di diverse opzioni, in grado di garantire un livello di servizio almeno paragonabile a quello esistente, può attenuare la percezione negativa data dall'introduzione di vincoli per la gestione della mobilità, come il *road and park pricing* e le altre limitazioni dell'uso dell'auto privata.

Oltre alle soluzioni precedentemente indicate è necessario rilevare le relazioni che intercorrono tra la congestione del traffico e gli orari poiché gli intasamenti si verificano in maniera del tutto prevedibile, in coincidenza degli orari critici. La predisposizione di un apposito *Piano Comunale degli orari* è in grado di fornire un contributo consistente, soprattutto nelle aree del Centro storico poiché in grado di differenziare, seppur di alcuni minuti soltanto, l'inizio e la fine di molte attività come quelle legate al trasporto dei bambini a scuola e gli spostamenti casa-lavoro. Altri aspetti in relazione al tema degli orari riguardano, ad esempio, i negozi di articoli di non largo consumo, per i

quali sarebbe opportuno realizzare piattaforme logistiche limitrofe, comuni a più esercizi commerciali, per il rifornimento rapido, utilizzando veicoli di piccole dimensioni e non inquinanti. Per i super e gli ipermercati, invece, diventati tra i maggiori attrattori di traffico, gli interventi proponibili consistono nel modificare l'orario di apertura e ritardare l'uscita del pubblico dal centro commerciale in modo da evitare le punte di traffico (tra le 8 e le 9, tra le 12 e le 13 e tra le 18 e le 19). Effetti positivi si possono ottenere prolungando adeguatamente l'orario di vendita; favorendo l'orario continuato; rendendo possibile e promuovendo il consumo di prodotti alimentari o di pasti completi all'interno dei reparti alimentari; promuovendo la vendita e la distribuzione dei prodotti ordinati per telefono o via internet; ottimizzando gli orari di rifornimento dei magazzini. Inoltre, nel medesimo campo di applicazione è possibile sperimentare il rifornimento merci notturno dei negozi e dei magazzini. I possibili vantaggi sono una minore congestione e velocità commerciale più elevata; migliore utilizzo dei veicoli e del conducente; minori difficoltà di parcheggio; ridotti tempi di scarico; riduzione dei costi. Un'altra soluzione da valutare per il rifornimento dei negozi e magazzini è l'utilizzazione dell'intervallo tra le 13 e le 15.30, in cui si verifica una riduzione importante del traffico ed una riduzione del numero dei clienti. La creazione di aree di parcheggio a pagamento, nelle vicinanze dei punti vendita, per le operazioni di carico e scarico, potrebbe essere un'ulteriore soluzione.

3.6.5 Il car sharing

Il *car sharing* è un servizio di uso collettivo di un parco di autoveicoli tra un gruppo di persone che anno aderito ad un'apposita associazione, che, nell'ambito cittadino, può validamente rappresentare un'alternativa efficace e utile all'uso dell'auto privata e all'idea corrente di mobilità.

Tale servizio è motivato fondamentalmente da un emergente sensibilità ecologica ed ambientale, se si considera che è stato valutato che un cittadino che aderisce a tale servizio riduce i propri consumi di circa il 40 %, grazie ad un utilizzo più oculato del veicolo e ad un maggiore impiego dei mezzi pubblici. Il car sharing contribuisce inoltre a ridurre l'impatto sul territorio e a limitare il consumo di suolo urbano poiché, mediamente, ogni veicolo condiviso sostituisce 4 auto private. Il car sharing, inoltre, produce nel tempo effetti benefici sull'ambiente e sui consumi energetici, riducendo il traffico veicolare nei centri urbani e favorendo comportamenti individuali più razionali nell'uso dell'automobile a vantaggio di mezzi ecocompatibili e a bassa intensità energetica. Lo sviluppo e l'espansione del car sharing su scala più ampia non può comunque prescindere dall'esistenza di una buona offerta di trasporto collettivo sul territorio, in quanto si tratta di un servizio complementare e non sostitutivo.

Il concetto sul quale si basa tale servizio è che in Europa, l'80% delle vetture circolanti in città viaggia non più di sessanta minuti al giorno trasportando in media 1,2 persone, mentre un utente car sharing ha la possibilità di usare un'auto solo per il tempo necessario, e la medesima auto può essere impiegata da più persone, diminuendo, quindi, le auto in circolazione e aumentando il numero dei parcheggi disponibili. Nato in Svizzera alla fine degli anni '80 e diffusosi capillarmente negli anni '90 in tutta Europa e in Nordamerica, il car sharing ha trovato applicazione in Italia grazie al sostegno progettuale e finanziario del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, che ha posto le basi per lo sviluppo di un programma di diffusione del servizio e ha istituito **ICS - Iniziativa car sharing** (<http://www.icscarsharing.it/>), un circuito nazionale costituito dagli Enti locali, che supporta le imprese nelle fasi di avvio. Il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 27 marzo 1998, relativo alla mobilità sostenibile nelle aree urbane, infatti, definisce come servizio pubblico di uso collettivo anche le forme di multiproprietà delle autovetture destinate ad essere utilizzate da più persone, dietro pagamento di una quota proporzionale al tempo d'uso e ai chilometri percorsi. Con il Decreto del Direttore SIAR n. 495 del 24 novembre 1999 sono stati assegnati oltre quattro milioni di euro al Programma Nazionale per l'incentivazione dei servizi di uso collettivo ottimale delle autovetture e di forme di multiproprietà. Il Programma Nazionale

previsto dal Ministero dell'Ambiente è stato attuato a mezzo di Accordo di Programma tra il Ministero e i Comuni interessati: a tal fine i Comuni medesimi hanno concordato di costituire un soggetto unitario che li rappresenti nei confronti del Ministero e che garantisca quest'ultimo rispetto alle caratteristiche di unitarietà e di qualità del servizio di car sharing. Nel corso di un incontro, tenutosi a Roma il 26 gennaio 2000, i rappresentanti dei vari Comuni e del Ministero dell'Ambiente hanno sottoscritto il "Protocollo di Intesa" che ha definito la procedura amministrativa per la formalizzazione del progetto in oggetto. Con il Decreto 20 dicembre 2000 del Servizio Iar del Ministero dell'Ambiente, nella sezione intitolata "Promozione del car sharing", si è promossa l'integrazione ed il completamento del progetto per la realizzazione di un sistema coordinato ed integrato di servizi locali di car sharing finalizzato alla riduzione strutturale e permanente dell'impatto ambientale derivante dal traffico urbano tramite l'attuazione di politiche di mobilità sostenibile, già previsto e finanziato nel quadro del progetto nazionale realizzato attraverso ICS - Iniziativa car sharing.

Il car sharing si può configurare come un servizio innovativo complementare al trasporto pubblico locale e può quindi assumere un ruolo di ampliamento dell'offerta di prodotti di mobilità multimodale a disposizione nel territorio comunale. Le modalità di accesso al servizio prevedono l'associazione ad un circuito che eroga il servizio gestendo una flotta di veicoli di diversa tipologia. L'utente associato può prenotare e prelevare in qualsiasi momento del giorno e della notte il veicolo richiesto dall'area di parcheggio più vicina. Il costo globale per l'utente risulta composto da un costo fisso ed un costo variabile legato all'utilizzo del servizio. Il costo fisso include: una quota di ingresso non rimborsabile, che l'aderente paga una tantum a titolo associativo, una eventuale cauzione rimborsabile, una quota di abbonamento da versare annualmente o mensilmente per aderire all'associazione. Il costo variabile, legato alla classe e all'utilizzo del veicolo, alla fascia oraria di utilizzo ed eventuali servizi supplementari, include: una quota chilometrica ed una quota oraria. Il vantaggio di tale soluzione è che il servizio è raggiungibile 24 ore su 24, riduce l'impatto ambientale della circolazione, i costi di gestione ed i consumi energetici, aumentando il numero dei posteggi e le opportunità di scelta dei cittadini. Tra le forme organizzate di uso comune di una flotta di veicoli, il car sharing rappresenta una modalità capace di bilanciare l'attuale vantaggio garantito dell'auto privata negli spostamenti individuali, ed il potenziale competitivo del servizio risiede nell'originalità dell'offerta: prestazioni simili a quelle dell'auto privata, ma costi inferiori. Le opportunità di scelta garantite dal car sharing attraverso la varietà del parco auto e la possibilità di muoversi senza sostenere i disagi e i costi fissi legati al possesso dell'automobile, rappresentano, infatti, una valida alternativa all'acquisto.

Il comune di Modena, attraverso **ATCM** (<http://www.atcm.mo.it>), ha partecipato al **progetto nazionale car sharing** che ha coinvolto altri 16 Comuni che hanno aderito all'iniziativa: Torino, Genova, Bologna, Venezia, Firenze, Brescia, Roma, Parma, Reggio Emilia, Palermo, Milano, Novara, Taranto, Padova, Provincia di Milano e Provincia di Rimini. Di questi sei hanno già attivato il servizio: Torino, Venezia, Bologna, Modena, Provincia di Rimini e Genova (quest'ultima ha attivato la sua flotta nel luglio scorso). Dall'avvio del servizio (2002) all'aprile 2005, il parco macchine complessivo, è di **179 autovetture, 111 parcheggi, 4.092 abbonamenti** comprensivi di utenti privati, aziende, alberghi (e oltre **100.000 km percorsi**), suddivisi come riportato nella tabella successiva.

Città	Attivazione del servizio	Auto	Utenti	Parcheggi
Bologna	Ago. 2002	30	760	11
Firenze	Apr. 2005	13	92	12
Genova	Lug. 2004	20	540	17
Modena	Apr. 2003	13	153	9
Rimini	Estate 2002* Mar.2003	17	532	17
Roma	Mar. 2005	10	81	6
Torino	Nov. 2002	55	850	34
Venezia	Ago. 2002	21	1084	5
Totale		179	4092	111

*Servizio Sperimentale

Chi aderisce al circuito car sharing a Modena sottoscrive un abbonamento annuale il cui costo è di 50 euro. L'abbonato ha diritto ad una smart card e paga poi l'effettivo consumo del mezzo in funzione del tempo di impiego e dei chilometri percorsi. Le tariffe variano a seconda del modello richiesto, come indicato nella tabella sottostante.

Modello Auto	n° veicoli	alimentazione	€/km	€/h		
				lun-ven 7:01-23:59	lun-ven 0:00-7:00	sab e dom
Fiat Punto	7	gasolio	0,25	1,50	0	0,75
Fiat Stilo	3	benzina	0,40	1,80	0	0,90
Fiat Multipla	2	metano/benzina	0,40	1,80	0	0,90
Fiat Doblò	1	gasolio	0,25	1,90	0	0,95

Per prenotare un'auto è sufficiente telefonare al numero 848-787787, attivo tutti i giorni dell'anno 24 ore su 24, specificando il modello che interessa e il parcheggio in cui volere prelevare l'auto. In futuro è prevista l'estensione della possibilità di prenotazione anche via internet. Una volta al parcheggio, è sufficiente utilizzare la smart card, consegnata al momento dell'iscrizione, per prelevare l'auto. E' poi possibile effettuare gratuitamente rifornimento di carburante, sfruttando l'apposita tessera presso i distributori convenzionati. Dopo averla utilizzata, l'auto va riconsegnata nello stesso parcheggio di prelievo, affinché possa essere disponibile per un altro utente. I parcheggi di Modena in cui è possibile ritirare e riconsegnare le auto car sharing sono i seguenti:

1. Via Santi (parcheggio Anagrafe)
2. P.zza Roma (zona Accademia)
3. P.zza Manzoni (Parcheggio stazione ATCM)
4. V.le Newton (zona Polisportiva)
5. Via Delfini

6. P.zza Dante Stazione FS
7. Via S.Anna (di fronte a sede ATCM)
8. Via del Pozzo (parcheggio Policlinico)
9. Piazzale S.Agostino

E' inoltre prevista la prossima apertura dei seguenti parcheggi:

1. Viale Martiri
2. Largo S.Francesco
3. Via Menotti (ex mercato ortofrutticolo)

Grazie al car sharing, l'utente impiega una delle auto a disposizione con il vantaggio che tutte le spese di gestione, manutenzione e riparazione sono a carico di ATCM. Inoltre dal maggio 2005 è diventata operativa l'**intermodalità** dei servizi di car sharing nelle varie città in cui è operativo. In concreto, un utente abbonatosi a Modena, ha la possibilità di usufruire del car sharing anche nelle altre città con il medesimo abbonamento, senza doversi preoccupare di sottoscriverne uno nuovo ogni volta. Ulteriori vantaggi del servizio sono:

- libero accesso alle Zone a Traffico Limitato;
- libera circolazione nei giorni di blocco del traffico;
- parcheggio gratuito nelle aree contrassegnate da strisce blu;
- parcheggio riservato presso il Centro Commerciale La Rotonda;
- disponibilità di un parco veicoli diversificato, per scegliere la vettura più adeguata in base alle esigenze dell'utente;
- accessibilità al servizio 24 ore su 24, tutti i giorni dell'anno.

A Modena il servizio di car sharing è iniziato nell'aprile 2003 e al 31 luglio 2005 ha registrato 180 associati (dati forniti da ATCM). Dopo un incremento del numero di iscritti nel 2004, al quale però non è conseguito un significativo incremento del numero di km percorsi ed ore di impiego, si è registrata una netta crescita nel 2005, poiché, come evidenziato in tabella, già a luglio 2005 sono stati raggiunti ed ampiamente superati sia il numero di km percorsi negli anni precedenti che le ore di utilizzo, segno di un interesse sempre crescente verso questa iniziativa da parte della cittadinanza. Occorre inoltre sottolineare come al successo dell'iniziativa abbia indubbiamente contribuito anche la realizzazione dell'intermodalità del servizio, sopra descritta, attiva dal maggio 2005.

Anno	num. veicoli	num. associati	Km percorsi	Ore utilizzo
2003	10	49	60.462	9.013
2004	13	116	62.717	12.897
2005*	13	180	90.838	14.517

*Dato parziale al 31 luglio 2005

3.6.6 Il car pooling e il taxi collettivo

Il *taxi collettivo* e il *car pooling* rappresentano un'altra forma di mobilità alternativa volta alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e al risparmio energetico. Con tali acronimi si intendono servizi di utilizzo collettivo dei veicoli privati attraverso l'impiego condiviso di autovetture sia pubbliche che private per il trasporto di più persone, per compiere un percorso che abbia una parte comune (almeno il 50%) a più utenti. Il concetto sul quale si basa tale modello di gestione alternativa dell'auto è che in Europa, l'80% delle vetture circolanti in città viaggia trasportando in media 1,2 persone, mentre un impiego plurimo dello stesso mezzo porta ad un incremento del numero medio di persone trasportate con una conseguente riduzione del numero medio di veicoli

circolanti, dei consumi di combustibile, delle emissioni inquinanti, nonché dei costi di trasporto da parte di chi ne usufruisce. Esempi tipici di questo servizio sono il trasporto al luogo di studio o al lavoro e viceversa, di colleghi residenti nello stesso quartiere, o il trasporto dalla stazione ferroviaria al luogo di lavoro e/o di studio e viceversa. Il taxi collettivo si configura come un servizio pubblico, mentre il car pooling può essere gestito sia da privati che da enti o aziende interessate (*car-pooling aziendale*).

Il *taxi collettivo* è un servizio di trasporto ad un prezzo inferiore a quello del taxi tradizionale, con spiccate caratteristiche di comodità e duttilità. Sebbene un servizio di taxi collettivo possa essere realizzato semplicemente ricalcando il percorso di linee bus già esistenti, si potrebbe estendere in maniera più personalizzata, maggiormente aderente ai bisogni degli utenti, per la flessibilità dei percorsi e la gestione della flotta in tempo reale, ricorrendo a tecnologie telematiche.

Il servizio può soddisfare anche esigenze di ordine sociale, rivolgendosi ad anziani, portatori di handicap o bambini, oppure essere utilizzato nel caso di insediamenti caratterizzati da una forte dispersione nel territorio. In quest'ultimo caso, il servizio di taxi collettivo potrebbe diventare un valido sostituto di antieconomiche linee extraurbane.

Ad oggi non sono attive campagne efficaci di incentivazione a tali servizi di gestione collettiva delle autovetture, ad eccezione dei regolamenti che ormai da tre anni il comune di Modena adotta nel periodo autunnale ed invernale per la riduzione dell'inquinamento atmosferico. In tali periodi, infatti, risultano escluse dal blocco del traffico le vetture che trasportano almeno tre persone contemporaneamente. Sarebbe pertanto interessante portare avanti progetti volti alla gestione organizzata di tali servizi di uso collettivo dell'autovettura sulla scia di iniziative già presenti in alcune città italiane come ad esempio a Padova. In questa città, infatti, ha preso il via una gestione organizzata del car pooling che, per un cittadino privato, consiste nel registrarsi all'interno di un apposito sito, indicando i propri dati, le caratteristiche del viaggio che si intende effettuare (punto di partenza, punto di arrivo, orario di effettuazione dell'andata e del ritorno, l'insieme di giorni in cui il viaggio viene effettuato) e se il passaggio è offerto o richiesto. A tal punto il sistema di gestione elabora l'insieme delle registrazioni eseguite e giudica due viaggi compatibili se vengono soddisfatte le seguenti condizioni:

- sono effettuati in orari e giorni che si sovrappongono almeno parzialmente;
- i due punti di partenza non distano più di 300 metri;
- i due punti di arrivo non distano più di 300 metri.

Se la ricerca ha successo viene inviato un messaggio di posta elettronica a tutti gli utenti con viaggi compatibili, contenente gli indirizzi di posta elettronica degli interessati. In questo modo si può decidere chi contattare per concordare la condivisione del viaggio inserito. Il servizio non interviene negli accordi successivi fra gli utenti. Il sistema registra il viaggio anche se la ricerca non ha successo e avvisa non appena un altro utente inserisce un viaggio compatibile.

3.6.7 Il park and ride

Il sistema *park and ride* è costituito da un parcheggio scambiatore dotato di un servizio di noleggio di un altro veicolo a basso impatto ambientale (bici standard, bici con pedalata assistita, scooter elettrici, ecc.) con cui l'utente può muoversi liberamente nella città, o di un efficace sistema di trasporto pubblico. Si tratta di un intervento di moderazione del traffico che nasce in Inghilterra nei primi anni '70 ad Oxford dove per scoraggiare l'utilizzazione della vettura privata per lo shopping natalizio, si realizzò un'area di sosta in prossimità del centro storico. L'idea è infatti proprio quella di istituire una zona di parcheggio o nodo di interscambio, e da questa far partire delle linee di trasporto pubblico e altre forme di mobilità nella direzione dell'attrazione. I nodi più importanti nell'ideazione di un area di park and ride sono:

- il parcheggio;
- la continuità del trasporto;
- la sicurezza.

Per quanto riguarda il parcheggio non bisogna limitarsi alla pura determinazione del numero di posti auto e alla loro dimensione geometrica, ma la progettazione deve basarsi anche, e soprattutto, sullo studio dell'organizzazione interna dell'area e sulle interazioni della stessa con la rete viaria circostante. Per il secondo fattore bisogna prevedere una distanza a piedi tra il parcheggio e il terminal, o fermata del sistema di trasporto pubblico, molto ridotta, che esperienze estere indicano sui 100 metri circa. Il percorso deve essere inoltre protetto dai veicoli e dalle eventuali avverse condizioni atmosferiche, pioggia, vento e sole e la frequenza del trasporto pubblico deve necessariamente essere molto alta, così come deve essere correttamente dimensionata l'offerta di mezzi alternativi. L'ideale è dare la possibilità di scelta su come proseguire il viaggio all'automobilista: prevedere dunque delle velostazioni per il noleggio di biciclette e dove possibile dei percorsi pedonali. Per rendere ancora più continuo il sistema è fondamentale creare un'ottima segnaletica attraverso informazioni e direzioni fornite all'utente in maniera chiara e immediata e possibilmente in modalità plurilingue. La paura di essere derubati della propria autovettura o di subire aggressioni è uno dei fattori che ha fatto fallire diverse iniziative di park and ride. Occorre pertanto tenere conto nelle fasi di progettazione della realizzazione di recinzioni e predisporre sistemi di vigilanza sul sistema.

La Città di Modena ha avviato un'esperienza analoga a livello sperimentale, rappresentata dalla messa a disposizione di biciclette standard ai dipendenti comunali per spostarsi dalla propria sede verso altri uffici all'interno della città. Successivamente è stata attivata un'altra iniziativa per il miglioramento mobilità ciclabile a Modena, prendendo esempio da alcune esperienze analoghe svolte in regione (come ad esempio a Ravenna), denominata **C'entro in bici**, costituita dal noleggio gratuito di bici con chiave personale in parallelo ad un potenziamento progressivo delle piste ciclabili. In una prima fase sperimentale è stato attivato il servizio di noleggio bici gratuito con chiave personale che ha coinvolto circa 300 utenti, ai quali sono state messe a disposizione 52 biciclette in 5 punti della città. Visto il successo dell'iniziativa, da settembre 2005 la disponibilità di biciclette è stata significativamente incrementata, così come il numero di postazioni dalle quali prelevare le biciclette, salito a 15 siti. Il progetto assume un chiaro valore di incentivo e promozione dell'uso delle bici in un contesto, come quello della città di Modena, dove negli anni è stato realizzato un notevole sistema a rete di piste ciclabili (105 chilometri), e dove la quota di utilizzo delle bici per gli spostamenti urbani risulta significativa (circa il 18% dei movimenti). Per usufruire del servizio occorre presentare un documento d'identità, compilare un modulo e versare 10,00 € quale cauzione per un'apposita chiave che consentirà di sbloccare e prelevare la bicicletta da una delle rastrelliere collocate in vari punti della città. Ogni chiave è identificata da un codice e tale codice viene riportato nella modulistica compilata dall'utente. Ogni volta che si preleva la bicicletta, sino al momento della riconsegna della medesima, la chiave resta inserita nella rastrelliera. Ogni bicicletta utilizzata può essere riagganciata solo alla rastrelliera dalla quale è stata sbloccata. L'orario di utilizzo del mezzo è dalle 7.30 alle 19.30 dello stesso giorno. Per garantire l'efficienza del servizio sono previste delle sanzioni; in particolare a chi non restituirà la bicicletta entro la giornata verranno addebitati 8,00 € per ogni giorno di ritardo e 5,00 € invece se la bici sarà abbandonata fuori dall'apposita rastrelliera. Il ritiro delle chiavi può avvenire presso i seguenti centri:

- "Blu Parking la Civetta". Via Ciro Menotti (ingresso in Via Borelli, 90). Il servizio bici è disponibile da lunedì a venerdì dalle 7.30 alle 14.30. Tel. 059/216577 url: <http://www.oltreilblu.org>;

- Ufficio Relazioni con il Pubblico - Comune di Modena. Piazza Grande n° 17. Orari di apertura: da Lunedì a Sabato dalle ore 9.00 alle ore 13.00 e dalle ore 15.00 alle ore 19.00. Chiuso mercoledì pomeriggio. Tel. 059/20312 url: <http://www.comune.modena.it>

Le rastrelliere risultano collocate nei seguenti punti:

- Parcheggio Blu Parking "La Civetta"- via Borelli, 90;
- Stazione Autocorriere - viale Molza presso presidio integrato Polizia Municipale;
- Stazione Autocorriere - viale Molza presso la macchinetta per le fotografie;
- Comune di Modena- via Santi, 40;
- Comune di Modena - via Santi 60;
- Comune di Modena - Municipio - via Scudari;
- Piazza Roma - nei pressi dell'accesso a Largo S. Giorgio;
- Corso Canalchiario, antistante il civico 159 a fianco pensilina bus;
- Via Berengario ingresso Foro Boario – Università;
- L.go Bologna - v.le Martiri della Libertà antistante il civico 10/a;
- Stazione Ferrovie Provinciali - Piazza Manzoni (stazione piccola);
- Stazione Ferrovie dello Stato - Piazza Dante;
- Parcheggio Novi Sad - via Fontanelli;
- Parcheggio via Carlo Sigonio (ex sede Amcm);
- Parcheggio Palazzo Europa- via Emilia Ovest.

Un significativo impulso alla promozione di tale iniziativa di mobilità alternativa è stato fornito a livello regionale dalla realizzazione dell'intermodalità fra i vari sistemi di park and ride delle città capoluogo della regione. In Emilia Romagna, infatti, è attualmente possibile contare sulla presenza di una flotta di 1400 biciclette dislocate in tutti i capoluoghi di provincia, con l'aggiunta di Imola e Faenza, che è possibile noleggiare gratuitamente mediante l'utilizzo della propria chiave, evitando la necessità di doversi registrare nuovamente in ognuno dei comuni capoluogo. La propria chiave codificata può essere trattenuta a tempo indeterminato e consente di fruire di questo servizio di fornitura biciclette in funzione anche presso altri Comuni al di fuori della regione Emilia Romagna quali: Alessandria, Aosta, Brescia, Carugate, Casale Monferrato, Cernusco sul Naviglio, Cesena, Conegliano, Crema, Faenza, Ferrara, Francavilla al mare, Gallarate, Gorgonzola, Lodi, Lugo di Romagna, Monfalcone, Montebelluna, Oristano, Padova, Ravenna, Roma (Università Roma Tre), Trento, Vercelli, Verona, Vicenza. Per ulteriori informazioni sul servizio offerto dalle città che aderiscono all'iniziativa consultare il sito <http://www.comune.montebelluna.tv.it>.

3.6.8 Il trasporto pubblico urbano

Il Comune di Modena, attraverso l'azienda ATCM, si è dotata di un sistema di trasporto pubblico urbano che attraversa capillarmente l'intero territorio comunale. Dal punto di vista delle implicazioni energetiche ed ambientali, è noto come l'incremento dell'utilizzo del trasporto pubblico comporti una riduzione delle emissioni inquinanti ed energetiche, principalmente in relazione alla capacità, da parte dei mezzi pubblici, di trasportare un numero significativamente maggiore di persone rispetto ai veicoli privati. ATCM, in particolare, ha attivato già da diversi anni alcune azioni volte alla riduzione degli impatti ambientali generati dal proprio sistema trasportistico. Oltre alla già citata iniziativa car sharing (cfr cap. 3.6.3), un'ulteriore iniziativa per la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti realizzata da ATCM è costituita dall'impiego di gasolio bianco per l'alimentazione di parte del proprio parco automezzi. Nell'anno 2001, infatti, ATCM ha provveduto ad avviare una sperimentazione durata 4 mesi per l'impiego del combustibile Gecam (cfr cap. 3.7.2) su alcuni autobus impiegati per il trasporto pubblico urbano, conclusasi con successo. In seguito a tale periodo, l'azienda ha continuato ad utilizzare gasolio bianco per alimentare una parte della propria flotta di veicoli, impiegando il Gecam per gli anni

2001, 2002 e 2003, mentre per gli anni successivi una marca diversa dello stesso prodotto ovvero il Qwhite.

Le analisi condotte in seguito all'impiego del Gecam hanno permesso di riscontrare una riduzione generalizzata delle emissioni inquinanti; in particolare è stata evidenziata una riduzione del 10% delle emissioni di monossido di carbonio (CO) e di ossidi di azoto (NO_x), del 44% del particolato e del 3% delle emissioni di anidride carbonica (CO₂), valori dell'ordine di quelli dichiarati dal fornitore del prodotto. In particolare, le analisi effettuate su alcuni dei mezzi impieganti tale combustibile hanno mostrato come la produzione di CO₂ connessa all'impiego da parte degli autobus di 1 litro di gasolio tradizionale ammonti a 2.623 g/l, mentre l'impiego del Gecam porti alla produzione di 2.545 g/l, con un riduzione di 78 g per ogni litro di carburante. Durante la sperimentazione di tale combustibile è stato inoltre riscontrata una riduzione del 10% dei consumi di carburante, rispetto all'impiego di gasolio tradizionale. Nella tabella successiva sono riportati i quantitativi di combustibile impiegato ogni anno per i 41 autobus adibiti al servizio di trasporto urbano alimentati a gasolio bianco ed i relativi risparmi energetici e di emissione di anidride carbonica.

Anno	Combustibile impiegato	Litri di carburante	Riduzione consumi gasolio (litri)**	Riduzione emissioni di CO ₂ (ton)**
2001	Gecam	63.054	7.006	4,9
2002	Gecam	1.008.303	112.034	78,6
2003	Gecam	1.119.888	124.432	87,3
2004	Qwhite	1.029.416	114.380	80,3
2005*	Qwhite	609.935	67.771	47,6

* Dato parziale al 31 luglio 2005

** I valori relativi alla riduzione dei consumi di gasolio e di emissioni per i veicoli alimentati a Qwhite sono stati assunti equivalenti a quelli rilevati per il Gecam

Un ulteriore servizio introdotto da ATCM, con la collaborazione del Comune di Modena e il cofinanziamento dal Ministero dell'Ambiente, per integrare il trasporto pubblico di linea urbana ed extraurbana, è rappresentato dal **ProntoBus** che associa finalità sociali ad obiettivi ambientali di riduzione dei consumi e dell'inquinamento. ProntoBus è un servizio di autobus a chiamata che collega le aree periferiche di Modena al centro città, operante con mezzi alimentati a metano, di dimensioni ridotte rispetto ai tradizionali automezzi impiegati per il trasporto pubblico. In particolare il servizio collega tra loro le località di Lesignana, Ganaceto, Villanova e Ponte Alto con il centro di Modena tutti i giorni feriali dalle 8.30 alle 12.30 e dalle 14.30 alle 18.30, e le località di Santa Maria di Mugnano, Cantone di Mugnano, Area Strada Contrada, Villa Igea e l'Ippodromo con il centro di Modena tutti i giorni feriali dalle 7.00 alle 19.00. Rispetto ad un servizio di linea tradizionale, il servizio a chiamata consente:

- riduzione dei costi di gestione da parte di ATCM in seguito alla riduzione del numero di corse effettuate rispetto al classico servizio di linea;
- risparmio di carburante in relazione alla riduzione dei km percorsi rispetto al tradizionale servizio di linea;
- riduzione dell'inquinamento connesso alla riduzione dei km percorsi e al combustibile impiegato;

- adempie ad un servizio sociale legato al fatto che garantisce la mobilità anche delle persone non in grado di muoversi con i propri mezzi (anziani, inabili, disabili, etc.) ed ubicate in zone periferiche del territorio comunale, non servite dal mezzo pubblico.

Il servizio è strutturato a prenotazione, che può avvenire dalle ore 8.00 alle ore 17.45 al numero 840 00 11 00 solo nei giorni feriali. Da un elenco di fermate è possibile scegliere quella da cui si vuole partire e quella a cui si vuole arrivare. Quindi si decide l'ora di partenza o l'ora d'arrivo. Le corse per il giorno stesso devono essere prenotate con almeno 45 minuti di anticipo sull'ora di partenza desiderata. È possibile prenotare una corsa per il giorno stesso, per i giorni successivi o per la settimana successiva. Ogni corsa può essere prenotata per una o più persone. A breve sarà possibile effettuare la prenotazione anche via internet, collegandosi al sito www.atcm.mo.it. In caso di mancata prenotazione si può salire a bordo solo se il Prontobus transita dalla fermata e se c'è disponibilità di posti. ProntoBus non sostituisce il servizio di linea negli orari dove questo è presente, ed è offerto, in fase sperimentale, al costo della tariffazione ordinaria vigente per il servizio di linea, più il costo della chiamata pari ad uno scatto da rete fissa o mobile. Il biglietto si acquista anche a bordo con tessera a scalare ricaricabile Multibus da 5 euro a tariffa ordinaria a zone, o come corsa singola al costo fisso di 2 euro (1,50 euro tariffa 2 zone, più sovrapprezzo 0,50 euro).

3.6.9 La mobilità urbana delle merci

La distribuzione delle merci nei centri storici è uno degli aspetti della mobilità sinora meno indagati. Recenti studi statistici (stime effettuate dall'ENEA in occasione della Conferenza Nazionale sull'Energia e l'Ambiente) affermano che in Italia più del 6% dei consumi energetici per le attività di trasporto è originato dalla distribuzione delle merci nei centri storici. A differenza di quanto sta avvenendo per il trasporto merci di media e lunga percorrenza, i consumi dipendenti dalla distribuzione nelle città sono in aumento. All'aumento dei consumi legati alle attività di distribuzione, bisogna aggiungere una crescita dei consumi per le attività di acquisto al dettaglio, per le quali gli acquirenti utilizzano sempre di più l'autovettura privata. E' importante sottolineare che l'attività di trasporto delle merci in campo urbano è totalmente affidata all'iniziativa privata, ed è priva di forme efficaci di coordinamento e regolamentazione da parte dell'Amministrazione. Questa situazione comporta la proliferazione di magazzini e/o centri di smistamento delle merci, la cui funzione e localizzazione è ovviamente dettata solo dalle ragioni di mercato e non da quelle della razionalizzazione del sistema. Inoltre, la mancanza di norme e regolamenti, da un lato favorisce l'utilizzo di tipologie veicolari tradizionali piuttosto che innovative, sotto il profilo del risparmio energetico e dell'impatto ambientale, dall'altro determina fenomeni d'interferenza dell'attività di distribuzione merci con la mobilità delle persone.

Sinteticamente si rilevano le seguenti considerazioni:

- la previsione di un aumento della mobilità delle merci in ambito urbano, con il conseguente aumento della circolazione dei veicoli commerciali con fattori di carico sempre più bassi (anche inferiori al 20%);
- una crescita della frequenza delle consegne, che attualmente raggiunge le 2,5 operazioni giornaliere per azienda;
- l'incidenza, per oltre un terzo, del conto proprio nella consegna alle aziende;
- l'opportunità di affiancare al mobility manager una figura analoga che si occupi specificatamente delle merci nel territorio urbano o meglio metropolitano, per riorganizzare la mobilità delle merci in relazione alla distribuzione delle attività nel territorio;
- l'opportunità di realizzare piattaforme logistiche (*transit point*) a ridosso dei centri storici, dotate di un adeguato sistema informativo, che svolga un ruolo centrale nell'organizzazione dei flussi di traffico.

3.6.10 Interventi di mobilità sostenibile

L'obiettivo primario per il miglioramento della mobilità è la fluidificazione del traffico, che implica come conseguenza un minore impiego di energia, la diminuzione dell'inquinamento, una maggiore sicurezza, e in generale una riduzione dei tempi di spostamento, di denaro e di preoccupazioni per tutti gli utenti.

L'impiego delle rotatorie al posto degli incroci si è rivelato estremamente utile, sia in termini di sicurezza, sia per la fluidità della circolazione. E' chiaro che la sostituzione di un incrocio esistente con una rotatoria risulta, quando possibile, difficile e onerosa, mentre non implica particolari investimenti, quando è realizzata ex novo. Tenendo in considerazione l'ipotesi di un nuovo quartiere residenziale, è necessario prevedere anche percorsi alternativi per i mezzi pesanti (pericolosi e altamente inquinanti) e la migliore integrazione tra le differenti tipologie di trasporto.

E' improponibile la coesistenza di corsie preferenziali per autobus e taxi, piste ciclabili, corsia per la sosta, corsia per il traffico veicolare anche in un unico senso di marcia, in città con matrici viarie storiche. E' invece facile prevedere una simile integrazione per nuove matrici viarie che, inoltre, contribuisce alla fluidificazione del traffico, attribuendo la giusta collocazione alle principali attività quali residenza, commercio, servizi e lavoro.

Vengono di seguito riportate alcune proposte funzionali che possono trovare applicazione nel Comune di Modena:

- promuovere e sviluppare progetti di *telelavoro*, sia a livello delle strutture comunali sia con le principali aziende di servizi presenti sul territorio comunale;
- disporre *piattaforme logistiche* lungo le principali vie di accesso alla città, in cui convogliare tutti i veicoli pesanti provenienti dall'esterno, effettuare il *groupage*, a seconda della destinazione e la successiva distribuzione all'interno della città, utilizzando veicoli leggeri (< di 3,5 t) possibilmente a basso impatto ambientale;
- indurre gli Enti che gestiscono le *piattaforme logistiche* a farsi carico anche di una distribuzione efficace ed efficiente delle merci e della soluzione dei problemi relativi alle *urgenze*;
- predisporre *aree di parcheggio destinate solamente ai veicoli merci*, situate nelle immediate vicinanze delle zone dove sono concentrate le attività commerciali;
- predisporre *aree di parcheggio anche per i veicoli di servizio per la manutenzione delle abitazioni, degli impianti e dei componenti*;
- introdurre le *zone 30* in prossimità delle principali zone residenziali al fine di ridurre la velocità dei veicoli, incrementare la sicurezza della circolazione stradale e ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera;
- ubicare le *fermate delle linee di trasporto pubblico* a ridosso delle attività commerciali;
- *incrementare l'impiego di autobus a metano* per il trasporto pubblico al fine di ridurre le emissioni di inquinanti in area urbana e la CO₂ complessivamente emessa;
- *incrementare il numero di mezzi a ridotte emissioni inquinanti destinati alla raccolta dei rifiuti urbani*, attraverso la sostituzione degli attuali mezzi a gasolio con altri alimentati a metano, gpl, gasolio bianco o altri sistemi di trazione ecologici.
- promuovere ed estendere i progetti di mobilità alternativa attraverso *l'estensione del progetto car sharing* ad un numero maggiore di utenti, *la sperimentazione di progetti coordinati di taxi collettivo e car pooling*, *la promozione e l'incremento del park and ride* in diversi punti della città, incrementando il numero di biciclette a disposizione;
- *incrementare la rete di piste ciclabili* in sede propria al fine di incentivare l'impiego della bicicletta come mezzo di trasporto alternativo all'automobile;
- promuovere l'acquisto, la conversione e l'impiego di *veicoli a GPL, a metano, ibridi ed elettrici*, per ridurre le emissioni atmosferiche;

- proporre incentivazioni al *rinnovo del parco auto* con veicoli a basso impatto ambientale per tutte le aziende, le cooperative e le Amministrazioni che utilizzano flotte di autoveicoli come ad esempio: Cooperative di servizio taxi, Cooperative di trasloco, Amministrazioni pubbliche, società private per l'erogazione di servizi pubblici (acqua, luce, gas, telecomunicazioni), ecc.
- sperimentare il biocombustibile *biodiesel* sia per il trasporto pubblico sia per quello privato.
- *scoraggiare*, ove possibile, *il parcheggio di lunga durata* delle auto degli addetti delle zone commerciali più importanti, per lasciare lo spazio di parcheggio disponibile ai clienti ed alla distribuzione;
- *coordinare i regolamenti cittadini con quelli dei comuni limitrofi*, per allargare la base di adesione alle iniziative di tipo innovativo che altrimenti avrebbero difficoltà a decollare (veicoli, parcheggi, ecc.).

3.7 I COMBUSTIBILI ALTERNATIVI

In relazione ai consumi energetici e all'inquinamento generati dal settore della mobilità sono da sottolineare le sperimentazioni avvenute negli ultimi decenni finalizzate alla realizzazione di motori alimentati da combustibili a ridotto impatto ambientale o comunque alternativi ai derivati petroliferi di uso comune quali benzina e gasolio. Tra questi è possibile annoverare gli esteri di oli vegetali, metanolo ed etanolo, il "gasolio bianco", il gas naturale compresso e l'idrogeno.

3.7.1 I biocombustibili

Gli **oli vegetali** possono essere prodotti da colza, girasole, noce di cocco o soia. Il loro impiego come carburanti per motori diesel risulta legato alle buone qualità di combustione, anche se l'elevata viscosità (che si traduce in una limitata atomizzazione, nel rischio di blocco degli iniettori e nella contaminazione dell'olio lubrificante), ne consigliano l'impiego in miscela con almeno il 50% di gasolio; in questo caso, però, le emissioni di CO, idrocarburi e particolato risultano superiori a quelle derivanti dall'impiego di carburante diesel puro. Da questo punto di vista, maggiore interesse riveste l'impiego di esteri di oli vegetali (ottenuti per reazione degli olii vegetali, principalmente olio di colza, con alcool o metanolo), caratterizzati da una minore viscosità e da un più elevato numero di cetano, quali ad esempio il **biodiesel**. Tale combustibile può essere impiegato nei motori diesel al 100% o in miscela con gasolio in qualunque proporzione. In quest'ultimo caso, adottando una miscela con 70% di gasolio, l'impiego del biodiesel è possibile in qualsiasi motore diesel senza la necessità di accorgimenti tecnici, interventi che risultano invece necessari su motori diesel di vecchia produzione (antecedenti ai moderni motori ad iniezione diretta con tecnologia "common rail") quando vengono impiegate miscele a maggiore concentrazione di biodiesel. La sua produzione è a ridotto impatto ambientale poiché non presuppone la generazione di residui, o scarti di lavorazione. La reazione di transesterificazione prevede infatti la generazione di glicerina quale sottoprodotto nobile dall'elevato valore aggiunto, della quale sono noti oltre 800 diversi utilizzi. Tale combustibile, sperimentato sia in Francia che nella nostra Regione (come sta accadendo per l'Amministrazione provinciale e comunale di Ravenna) sembra avere conseguito risultati positivi. Infatti, alcuni inquinanti come lo zolfo non sono presenti (si evitano le emissioni di anidride solforosa) e soprattutto la CO₂ immessa durante l'utilizzo del biocombustibile è pari a quella fissata durante l'accrescimento delle piante da cui si estraggono gli oli vegetali (in Italia principalmente Colza e Girasole), non contribuendo in tal modo all'incremento dell'effetto serra. Studi condotti dalla Società Novaol (Gruppo Eridania) hanno evidenziato come il biodiesel possa ridurre l'emissione in atmosfera di anidride carbonica prodotta dai processi di combustione, quando miscelato al tradizionale gasolio da trazione, consentendo il risparmio di 2,2 kg di anidride carbonica per ogni kg di gasolio sostituito. Per le sue caratteristiche, il biodiesel permette inoltre di abbattere del 20-50% (secondo il tipo di motore) le emissioni di particolato (e di oltre il 65% il particolato sotto ai 10µm, ovvero la frazione respirabile), di ridurre di circa il 35% le emissioni di monossido di carbonio e del 20% quelle di idrocarburi incombusti. Tale combustibile, inoltre, non contiene zolfo (annullando pertanto le emissioni di anidride solforosa), idrocarburi aromatici (benzene, toluene ed omologhi) e policiclici aromatici, non presentando, inoltre, pericoli come l'autocombustione durante le fasi di trasporto e stoccaggio. Ulteriori opportunità emergono dagli sviluppi agronomici delle cosiddette colture energetiche che trovano sempre maggiori applicazioni come avviene ad esempio per l'utilizzo della biomassa. Risulta evidente che il solo impiego del Biodiesel non è in grado di risolvere i problemi dell'inquinamento, ma l'intera filiera di questo biocombustibile ha sicuramente benefici risvolti ambientali ed energetici. Occorre comunque approfondire l'analisi di tale combustibile, non limitate alla sola fase di combustione ma anche alla fase di produzione, poiché alcuni studi svolti sul ciclo di vita di tale combustibile hanno dimostrato un incremento delle emissioni di NO_x e composti organici volatili, quale risultante delle diverse fasi del ciclo produttivo. Il bilancio energetico risulta comunque più favorevole soprattutto se lo si

confronto con quello della produzione di etanolo da cereali, grazie ad una minore domanda di energia di processo. Approssimativamente è possibile stabilire che l'estrazione/coltivazione dell'olio di semi richiede circa il 41% dell'energia dell'intero processo, la raffinazione ne richiede il 23%, mentre la transesterificazione ne richiede il 5% ed il restante 31% rappresenta il contenuto energetico del metanolo. Il bilancio energetico per la produzione di Biodiesel è riportato nella tabella seguente basandosi sul confronto di 26 studi disponibili in letteratura (Sharmer & Gosse, 1996).

Bilancio energetico del biodiesel [GJ/ha]¹	
Energia per produrlo	26- 35
Energia ricavata dal biodiesel	42- 50
Energia ricavata dai sottoprodotti	31- 37

Le variabilità dei valori dipende dalla raffinatezza del processo produttivo adottato. Ai fini energetici occorre sottolineare come il contributo dei “sottoprodotti” sia di particolare rilevanza, tale da rendere il processo vantaggioso già solo per tali sostanze. Un ulteriore vantaggio di tale biocombustibile è rappresentato dalla possibilità di produrlo attraverso il trattamento degli oli alimentari esausti, pratica che permetterebbe di ridurre i costi di coltivazione e gestione dei terreni agricoli, nonché di sopperire alle problematiche di smaltimento degli oli attraverso il loro recupero. L'impiego di olii usati, pertanto, permetterebbe ulteriori vantaggi connessi al riutilizzo di olii esistenti, evitando il consumo di materie prime. Un possibile progetto di riduzione dei combustibili fossili applicato alla gestione dei rifiuti urbani, potrebbe pertanto essere costituito dallo specifico recupero degli oli alimentari esausti sia dalle utenze domestiche che dalle ristorazioni, al fine di produrre biodiesel da impiegare poi nei mezzi per la raccolta dei rifiuti, in modo da permettere la chiusura del ciclo di gestione di tali rifiuti, consentendo un bilancio quasi nullo dei costi energetici.

Il metanolo e l'etanolo sono combustibili caratterizzati da proprietà fisiche ed emissioni specifiche simili. Il vantaggio conseguente all'impiego di tali combustibili si riscontra nella scarsissima emissione di particolato. Il **metanolo** è un semplice composto, che non contiene né zolfo né molecole organiche complesse e può essere prodotto da gas naturale, petrolio grezzo, carbone, biomassa vegetale (legna) o da residui organici. L'uso del metanolo in alternativa alla benzina consente due significativi vantaggi dal punto di vista della qualità dell'aria connessi ad un più basso potenziale di formazione di ozono e, se usato allo stato puro, non in miscela, una consistente riduzione delle emissioni di benzene e altri idrocarburi policiclici aromatici. Con l'impiego di metanolo puro le emissioni di ossido di zolfo si limitano alle quantità derivanti dalla combustione dello zolfo contenuto nell'olio motore. La significatività della riduzione dell'ozono e delle emissioni di altri inquinanti dipende dal livello di ottimizzazione del motore per l'uso di tale carburante, e dallo sviluppo delle tecnologie di catalizzazione (come, ad esempio, i catalizzatori riscaldati). Ciò è vero in particolare per quanto concerne le emissioni di formaldeide (HCHO) che rappresenta il principale prodotto di ossidazione del metanolo. Il processo di conversione del gas naturale in metanolo comporta probabilmente meno emissioni di ossidi di zolfo, particolato e composti organici volatili per unità di output di energia rispetto a quelle derivanti dalla conversione di olio grezzo in benzina nelle raffinerie di petrolio, in quanto il gas naturale contiene meno zolfo, è più omogeneo del petrolio grezzo, ed il metanolo è meno volatile della benzina. Nel complesso, dunque, il ciclo di produzione del metanolo comporta emissioni evaporative molto più ridotte di quello della benzina.

¹ Fonte: <http://www.energoclub.it/>

L'**etanolo**, simile al metanolo ma considerevolmente più pulito, meno tossico e meno corrosivo, può essere prodotto impiegando come materie prime il prodotto di alcune coltivazioni quali la canna da zucchero e il mais, attraverso la fermentazione alcolica (processo di tipo micro-aerofilo che opera la trasformazione dei glucidi contenuti nelle produzioni vegetali in bioetanolo ovvero alcool etilico). Tra i bio-carburanti, l'etanolo è quello che mostra il miglior compromesso tra prezzo, disponibilità e prestazioni, tantè che in alcuni paesi del Sudamerica viene utilizzato puro in normali motori a combustione interna opportunamente tarati. La produzione di etanolo risulta però maggiormente costosa rispetto al metanolo e richiede ampie superfici colturali e notevoli quantità di energia. I residui di lavorazione e produzione sono sostanze azotate e minerali quindi fertilizzanti che reimmessi nei terreni di coltura completano e chiudono il ciclo energetico, sfruttando pertanto il potere dei vegetali di produrre energia per azione della fotosintesi clorofilliana. Le materie prime per la produzione di etanolo possono essere racchiuse nelle seguenti classi:

- residui di coltivazioni agricole;
- residui di coltivazioni forestali;
- eccedenze agricole temporanee ed occasionali;
- residui di lavorazione delle industrie agrarie e agro - alimentari;
- coltivazioni ad- hoc;
- rifiuti urbani.

Per quanto riguarda le coltivazioni ad- hoc, quelle più sperimentate e diffuse sono la canna da zucchero (si veda l'esperienza Brasiliana), il grano e il mais. Ci sono poi altre colture, quali la bietola, il sorgo zuccherino, il topinambur ed altre, che rimangono ancora in fase sperimentale². In relazione alla tipologia di coltura svolta, con le tecnologie standard possono essere ottenute le seguenti quantità di etanolo per ettaro di coltura: canna da zucchero: 7 tonnellate; mais: 3 tonnellate; barbabietola da zucchero: 4 tonnellate; patate: 3 tonnellate¹. Un progetto innovativo ad opera di una società canadese è stato applicato ad un impianto in fase di costruzione in Nuova Scozia, definito "bioraffineria", basato su una tecnologia avanzata del frazionamento a vapore (steam fractionation), frazionamento sequenziale della biomassa con autoidrolisi. La produzione del bioetanolo si ottiene da materiale lignocellulosico quindi meno pregiato di quello che attualmente viene utilizzato per ottenere bioetanolo, comportando un costo inferiore del prodotto finito, potendo utilizzare sia colture ad hoc ma a basso costo e sia biomassa derivante dagli scarti agro-industriali, forestali, ecc, e richiedendo un minor apporto energetico per la produzione. I sottoprodotti di tale produzione sono fertilizzanti, materiali polimerici biodegradabili e altri prodotti utili nell'industria chimica³. Una società di Palermo sta ingegnerizzando un sistema simile che dovrebbe portare alla realizzazione di un impianto pilota in Malaysia sfruttando i rifiuti dell'olio di palma prodotto in quella regione (il costo dell'impianto è di 35 milioni di dollari e produrrà 80.000 m³ di etanolo all'anno con ritorno dell'investimento previsto in circa 2 anni)⁴. Le potenzialità in termini di riduzione delle emissioni in seguito all'impiego di etanolo sono state ridimensionate da quando si è scoperto che, se miscelato alla benzina, l'etanolo incrementa le emissioni evaporative da carburante. Le emissioni di ossidi di azoto (NO_x) risultano più elevate di quelle attribuite al metanolo, ma comunque considerevolmente più basse di quelle di un motore diesel convenzionale.

Il recente recepimento della normativa comunitaria in materia di combustibili alternativi attraverso il decreto legislativo 30 maggio 2005, n. 128: "Attuazione della direttiva 2003/30/CE relativa alla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti", entrato in vigore il 13 luglio 2005 permetterà di potenziare l'uso dei biocarburanti nei trasporti e nel contempo di eseguire degli ulteriori passi nella direzione dell'attuazione del protocollo di Kyoto. La direttiva europea del 2003 che avrebbe dovuto essere recepita entro il 31 dicembre 2004, infatti,

² Fonte: <http://www.itabia.it>

³ Fonte: <http://w/ww.biovisiontech.ca>

⁴ Fonte: <http://w/ww.eures-ic.com>

prevede che gli Stati membri adottino provvedimenti affinché una percentuale minima di biocarburanti (carburanti liquidi o gassosi per i trasporti, ricavati dalla biomassa) e di altri carburanti rinnovabili sia immessa sui loro mercati e a tal fine stabiliscono obiettivi indicativi nazionali. Con il D.Lgs. 128/2005 l'Italia, recependo tali indicazioni, promuove l'uso di biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili in sostituzione del diesel o della benzina, al fine di contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali in materia di riduzione delle emissioni di gas serra e di sicurezza dell'approvvigionamento di fonti di energia. In particolare il decreto legislativo fissa i seguenti obiettivi indicativi nazionali, calcolati sulla base del tenore energetico, di immissione in consumo di biocarburanti e altri carburanti rinnovabili, espressi come percentuale del totale del carburante diesel e di benzina nei trasporti immessi al consumo nel mercato nazionale:

- a) entro il 31 dicembre 2005: 1,0 %;
- b) entro il 31 dicembre 2010: 2,5 %.

La direttiva europea prevede inoltre che siano incoraggiati la ricerca e lo sviluppo tecnologici nel settore della sostenibilità dei biocarburanti, che in Italia saranno oggetto di un accordo quinquennale da stipulare con l'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA).

3.7.2 Il gasolio bianco

Un ulteriore combustibile alternativo rispetto ai derivati del petrolio comunemente utilizzati (con particolare riferimento al gasolio), pur non rappresentando un biocarburante, è rappresentato dal **gasolio bianco**. Tale combustibile, prodotto sia da Pirelli con la denominazione "Gecam" che da Q8 con il nome di "Qwhite" viene detto gasolio bianco per la particolare colorazione latteata ed è costituito da una emulsione di gasolio per circa l'87-90%, acqua (10-13%) e additivi. L'aggiunta di acqua per migliorare la combustione è stata adottata nella tecnologia per la produzione di gasolio bianco in modo tale da garantire una sufficiente stabilità all'emulsione; la vaporizzazione immediata delle microcelle di acqua all'interno della camera di combustione favorisce, infatti, la dispersione omogenea dell'idrocarburo, assicurando una combustione più completa che riduce il particolato e migliora il consumo specifico. Allo stesso tempo, l'acqua miscelata nel gasolio, evaporando, porta ad un abbassamento delle temperature e ad una riduzione della formazione degli ossidi di azoto. Da un punto di vista ambientale, le emulsioni hanno quindi un effetto positivo sulla riduzione delle emissioni di particolato, che costituiscono il problema principale delle emissioni dei motori diesel. Il punto di forza di questa nuova tecnologia è rappresentata dal fatto che, se utilizzato in alternativa al normale gasolio, non necessita di alcuna variazione ai motori o ai veicoli, né richiede l'aggiunta di accessori. Le sperimentazioni fino ad ora eseguite con il Gecam sui motori a combustione interna per autotrazione hanno dimostrato che l'emulsione riduce la quantità di particelle respirabili (frazione tra 0,5 e 10 µm, che sono le più pericolose per la salute umana) di circa il 55%. Ulteriori riduzioni sulle emissioni dell'ordine del 30-40% si sono riscontrate per il monossido di carbonio, per gli ossidi di azoto (in un intervallo compreso tra i 5 e il 10%), per la CO₂ (circa il 5%), e per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) fino al 65%⁵. Il prodotto garantisce inoltre un risparmio netto di carburante del 5% in meno. Con 1,05 litri di Gecam, di cui il 10% è composto di acqua, si ha, infatti, la stessa percorrenza di un litro di gasolio. Riduzioni delle emissioni inquinanti più marcate, dell'ordine di un ulteriore 10-20% per ogni inquinante, sono state riscontrate in relazione all'impiego di tale combustibile per il riscaldamento domestico, in alternativa al gasolio tradizionale. Le sperimentazione condotte con il Qwhite evidenziano anch'esse dei benefici connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti. I dati forniti dall'azienda produttrice evidenziano una diminuzione delle emissioni di ossidi d'azoto (NO_x) per circa il 15%, un abbattimento fino all'80% della fumosità allo scarico, soprattutto nei motori diesel di vecchia

⁵ Dati forniti da Pirelli Ambiente (www.pirelliambiente.com)

concezione, un calo di circa il 25% delle emissioni di particolato ed una riduzione delle emissioni di CO₂ intorno all'8%.

L'azienda per il trasporto pubblico ATCM, in collaborazione con il Comune di Modena ha avviato una sperimentazione connessa all'impiego di tale combustibile sui propri mezzi pubblici, impiegando, in periodi diversi, entrambe le tipologie di combustibile sopra descritte, come ampiamente descritto al capitolo 3.6.6.

3.7.3 L'idrogeno

Tra i "combustibili" alternativi, occorre sicuramente annoverare l'**idrogeno**, soprattutto in relazione all'elevato numero di sperimentazioni in corso a livello mondiale, connesse all'impiego di tale prodotto per l'autotrazione. Occorre in realtà sottolineare come tale sostanza venga impropriamente denominata combustibile, trattandosi invece di un vettore per il trasporto dell'energia, poiché in natura non è possibile trovare l'idrogeno allo stato naturale. La combustione dell'idrogeno, fatta eccezione per le emissioni di ossidi di azoto, è virtualmente non inquinante poiché il principale prodotto di combustione è l'acqua. I veicoli a idrogeno non emettono CO e idrocarburi (a parte le limitatissime emissioni dovute alla combustione dell'olio lubrificante), né particolati, ossidi di zolfo, benzene, aldeidi, CO₂ e altri gas serra. I motori avanzati a combustione povera riducono inoltre al minimo anche le emissioni di NO_x; in ogni caso, se l'idrogeno viene impiegato in celle a combustibile, anche le emissioni di ossidi di azoto si annullano. Ai fini di una corretta valutazione dell'impatto ambientale connesso a tale vettore energetico, risulterà comunque fondamentale analizzare in maniera accurata i processi per la sua produzione, poiché, se prodotto con combustibili fossili, non è possibile prescindere dalle emissioni specifiche generate nella fase di trasformazione di tali combustibili.

3.7.4 L'energia elettrica

Analogamente all'idrogeno, l'**energia elettrica** rappresenta un'alternativa a basso impatto ambientale per il supporto della mobilità in ambiente urbano. Diversi veicoli elettrici, infatti sono già oggi disponibili sul mercato nazionale, sia nell'ambito delle vetture per uso privato che nell'ambito dei mezzi di trasporto pubblico. Il vantaggio della propulsione elettrica è sicuramente costituito dal ridotto impatto locale grazie ad una ridottissima rumorosità ed emissioni "zero" presso il sito di utilizzo, che ne consente la diffusione nelle aree urbane dove il traffico motorizzato rappresenta una delle principali emergenze ambientali. Bisogna comunque sottolineare come occorrerebbe approfondire più nel dettaglio un bilancio energetico-ambientale che comprenda l'intero ciclo di vita del mezzo elettrico poiché risulta evidente come l'energia elettrica impiegata da tali mezzi porti ad impatti ambientali diversi a seconda della fonte energetica utilizzata per produrla. E' opportuno comunque considerare come la produzione di energia elettrica da combustibili fossili presso specifici punti di produzione consenta un maggiore controllo dell'efficienza di combustione rispetto al controllo diffuso dell'efficienza di combustione di milioni di autoveicoli a motore. Occorre infine evidenziare come gli autoveicoli elettrici risentano di una serie di limitazioni alla loro diffusione su larga scala, costituite dalle limitate prestazioni in termini di autonomia e di velocità e dagli elevati costi di acquisto. A tale proposito il Comune di Modena, nel quadriennio 2001-2004 ha introdotto un serie di incentivi attivati con risorse dirette del bilancio comunale per l'acquisto di veicoli con alimentazione elettrica (volti a coprire il 35% del costo di acquisto), che hanno portato all'erogazione di € 190.668,00 per l'acquisto complessivo di 26 autoveicoli, 1 motoveicolo, 23 scooter e 751 biciclette. Sul territorio comunale, inoltre, tali veicoli beneficiano della gratuità della sosta a pagamento, laddove questa è prevista. Al fine di sfruttare i vantaggi ambientali dell'alimentazione elettrica riducendone i disagi connessi agli elevati costi ed alle ridotte autonomie, diversi produttori di autoveicoli hanno sviluppati modelli **ibridi**, ovvero a trazione combinata elettrica/benzina. Tale soluzione, attualmente sviluppata e commercializzata su

grande scala in particolare dalle case costruttrici Toyota ed Honda, permette di garantire al mezzo un'elevata autonomia, comparabile con i veicoli tradizionali, un costo ridotto rispetto alle auto elettriche e buone prestazioni ambientali ed energetiche. Tali veicoli possono operare in entrambe le condizioni di funzionamento e, a seconda dei modelli prodotti, consentono all'autista del veicolo di selezionare l'alimentazione da utilizzare, oppure ottimizzano la scelta della trazione in base all'impiego previsto per il veicolo. In particolare all'interno del parco veicolare dei taxi impiegati sul territorio modenese è presente una vettura ibrida di questo genere.

3.7.5 Il metano e il GPL

Ulteriori combustibili definiti "alternativi" rispetto a quelli tradizionalmente impiegati per autotrazione, pur non essendo combustibili di tipo rinnovabile, sono rappresentati dai gas compressi. Il **metano** e il **GPL** (gas di petrolio liquefatto), rappresentano certamente una fonte energetica caratterizzata da una minore concentrazione di carbonio per unità di massa, che porta, in seguito alla sua combustione, ad una conseguente riduzione delle emissioni di anidride carbonica rispetto ai combustibili tradizionali. In particolare, i veicoli alimentati a gas naturale compresso, grazie al modesto contenuto di carbonio nella molecola del metano, producono emissioni d'anidride carbonica inferiori del 30% rispetto all'alimentazione a gasolio, del 22% rispetto alle benzine e del 12% rispetto al GPL. Secondo i costruttori, tenendo conto anche delle eventuali emissioni di metano incombusto (CH₄), tale impatto è comunque inferiore del 18% rispetto alla benzina, del 14% rispetto al gasolio e di oltre il 5% rispetto al GPL. I veicoli alimentati con tale carburante, inoltre, immettono in atmosfera meno CO rispetto a quelli alimentati a gasolio (stimato in una riduzione di circa il 30%), benzina e a metanolo, grazie alla migliore miscelazione carburante/comburente ed al minore arricchimento della miscela necessario all'avvio. Risultano inoltre più ridotte le emissioni di idrocarburi non metanici (in quanto il gas naturale è composto principalmente da metano), mentre quelle di formaldeide e ossidi di azoto sono leggermente inferiori a quelle attribuite ai veicoli a benzina. Le emissioni di benzene, ossidi di zolfo e polveri dovrebbero essere virtualmente nulle. Il metano possiede inoltre caratteristiche intrinseche che lo rendono adatto all'impiego motoristico (il suo elevato potere antidetonante, superiore a 120 ottani, ne consente l'utilizzo in motori a ciclo Otto ad elevato rapporto di compressione con sensibile miglioramento del rendimento e riduzione dei consumi), senza necessità di aggiunta di additivi nocivi per la salute umana, ed un contenuto energetico maggiore rispetto ad altri carburanti (metano = 11.600 kcal/kg; benzina = 10.300 kcal/kg; GPL = 10.000 kcal/kg; gasolio = 10.200 kcal/kg).

Al fine di incrementare l'impiego di tali combustibili, il Comune di Modena, già dal 2001 ha promosso una serie di incentivi, in sovrapposizione a quelli attivati dal Ministero dell'Ambiente, per la conversione a GPL o metano delle autovetture dei modenesi. Gli esiti di tali campagne di incentivazione attivati con risorse dirette del bilancio comunale sono riassunti nella seguente tabella.

Anno	n° veicoli convertiti	Investimento (€)
2001	88	17.600,00
2003	500	51.500,00
2004	480	51.200,00

Nell'anno 2005, il Comune di Modena e la Provincia, nell'ambito del "Piano di azione per l'energia e lo sviluppo sostenibile", tramite apposita convenzione con le Associazioni di categoria hanno mantenuto in essere tale meccanismo di incentivazione, erogando contributi, per la trasformazione

dei veicoli, ad uso privato, destinati al trasporto di persone, aventi al massimo nove posti, compreso quello del conducente (secondo la definizione di cui all'art. 54, comma 1, lett. a), D.Lgs. 30/04/92 n. 285), con l'esclusione dei veicoli immatricolati da meno di un anno dalla richiesta di contributo. Il finanziamento ammonta a € 309,00 per i veicoli catalizzati, e a € 390,00 per i veicoli non catalizzati, mentre per entrambi è previsto un buono sconto di € 52 per l'acquisto di Metano o GPL ad integrazione del contributo descritto. In aggiunta a tali campagne di incentivazione occorre annoverare gli esiti delle interventi attivati con risorse del Ministero dell'Ambiente attraverso l'adesione del Comune di Modena alle Associazioni di città volti all'incentivazione della conversione a GPL -metano delle autovetture dei cittadini modenesi, che hanno portato negli anni 2002-2003 alla conversione d 165 autovetture. Inoltre, il Progetto Metano finanziato dal Ministero dell'Ambiente volto ad incentivare l'acquisto di veicoli alimentati a metano ha portato negli anni 2003-2004 all'acquisto di 105 autovetture e 31 veicoli commerciali da parte dei cittadini e delle aziende modenesi.

L'impiego di veicoli alimentati a metano e GPL porta inoltre ad ulteriori vantaggi ai cittadini, poiché tali veicoli risultano esclusi dagli interventi di restrizione al traffico adottati dai comuni capoluogo della regione Emilia Romagna per la riduzione dell'inquinamento nel periodo autunnale ed invernale.

A sostegno di tali iniziative, all'interno del Comune di Modena sono presenti diversi distributori di metano e GPL al fine di rispondere alla domanda di tali combustibili da parte dei cittadini. In particolare, sul territorio comunale sono presenti 10 distributori di GPL e 2 di metano. Tali impianti fanno parte della rete provinciale di distributori che ad oggi è costituita da 40 impianti per la distribuzione del GPL e 11 per il metano (si veda tabella sottostante). A livello nazionale si contano ben 2170 distributori di GPL e 521 distributori di metano (ai quali occorre aggiungere i 43 in costruzione).

Città	Combustibile	Viabilità	Indirizzo
Campogalliano	metano - GPL	Autostrada	A22 - area di servizio Agip Campogalliano Ovest
Campogalliano*	metano - GPL	Autostrada	A22 - area di servizio IP Campogalliano Est
Carpi	metano	Strada ordinaria	ss 413 Romana Nord 39/c
Castelfranco Emilia	metano	Strada ordinaria	ss9 Via Emilia Est 83/b
Fanano	metano	Strada ordinaria	Via Porrettana 4580
Finale Emilia	metano	Strada ordinaria	Via per Modena 48
Maranello	metano	Strada ordinaria	Via Vandelli n. 150
Medolla	metano	Strada ordinaria	Via Matteotti 23/a
Modena	metano	Tangenziale	Via Pirandello 51
Modena	metano	Strada ordinaria	Strada Collegarola 215
Sassuolo	metano	Strada ordinaria	Via Ancona 500/502
Spilamberto	metano	Strada ordinaria	Via S. Vito 1
Campogalliano	GPL	Strada ordinaria	Via Ponte Alto 30
Camposanto	GPL	Strada ordinaria	Via Per San Felice 64

Città	Combustibile	Viabilità	Indirizzo
Carpi	GPL	Strada ordinaria	Via Carlo Marx 160
Carpi	GPL	Strada ordinaria	Via Provinciale Guastalla 4/A
Carpi	GPL	Strada ordinaria	Loc. Fossoli, S.S. 413 Romana Nord 127
Carpi	GPL	Strada ordinaria	Loc. Fossoli, S.S. 413 Romana Nord, km 14
Cavezzo	GPL	Strada ordinaria	Via Volturmo 124
Fanano	GPL	Strada ordinaria	Loc. Pianone, Via Fondovalle Fanano 215
Finale Emilia	GPL	Strada ordinaria	Via Per Cento 2/C
Finale Emilia	GPL	Strada ordinaria	Via Per Modena 54/A
Fiorano Modenese	GPL	Strada ordinaria	Loc. Spezzano, Via Fiumendosa 24
Formigine	GPL	Strada ordinaria	Via Giardini Sud 133
Marano sul Panaro	GPL	Strada ordinaria	Via Fondovalle 7301
Mirandola	GPL	Strada ordinaria	Via Statale 12 sud 52
Mirandola	GPL	Strada ordinaria	S.S. 12 al km 204,2
Mirandola	GPL	Strada ordinaria	Loc. Tra muschio, S.S. 12 al km 207
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Pica 11
Modena	GPL	Tangenziale	Via Pirandello 50
Modena	GPL	Tangenziale	Strada Modena-Sassuolo 1600
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Emilia Ovest 840
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Vignolese 1030
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Giardini 1171
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Cataletto 1061
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Malavolti 1
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Nonantolana 1124
Modena	GPL	Strada ordinaria	Via Papa Giovanni XXIII 36/a
Nonantola	GPL	Strada ordinaria	Via Nonantola, s.s. 255 al km 7,1
Novi di Modena	GPL	Strada ordinaria	Loc. Rovereto sulla Secchia, Via Provinciale Motta al km 33,8 della S.S. 468
Pavullo	GPL	Strada ordinaria	Loc. Crocetta, Via Giardini Nord 82
Sassuolo	GPL	Strada ordinaria	Via Radici in Monte 271
Sassuolo	GPL	Strada ordinaria	Via Radici in Piano 503
Soliera	GPL	Strada ordinaria	Loc. Limidi, Strada per Carpi-Ravarino, km 1114
Spilamberto	GPL	Strada ordinaria	S.S. Passo Brasa, km 7
Spilamberto	GPL	Strada ordinaria	Loc. Ponte Guerro, Via Modenese 4406
Vignola	GPL	Strada ordinaria	Via Spilamberto 1800

* in costruzione

Dai dati riportati in precedenza si evince come la rete di distribuzione del metano, confrontata con quella del GPL, risulta assai limitata ed evidentemente inadeguata a garantire uno sviluppo dell'autotrazione verso tale combustibile. Il panorama nazionale, inoltre, ne evidenzia una distribuzione non uniforme (come mostrato nella tabella successiva), con regioni (quali Sardegna e Valle d'Aosta) nelle quali risultano completamente assenti impianti di distribuzione. A tal fine il 5 dicembre 2001 è stato siglato un Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente, la Fiat e l'Unione Petrolifera, con l'obiettivo di incentivare la diffusione del metano nelle principali aree urbane italiane, favorendo nello specifico il suo utilizzo nel trasporto merci in città, nei taxi, autobus, e nei veicoli per la raccolta dei rifiuti, unitamente alla diffusione di distributori di questo carburante a minore impatto ambientale. L'accordo prevede un impegno finanziario complessivo di circa 578 milioni di Euro nel quadriennio 2002-2005, interessando 21 principali aree urbane (Roma, Napoli, Torino, Genova, Trieste, Venezia, Verona, Padova, Brescia, Bologna, Parma, Firenze, Livorno, Bari, Foggia, Taranto, Palermo, Catania, Messina e Siracusa).

RETE DISTRIBUTIVA DEL METANO AGGIORNATA AL 01/07/2005						
REGIONI	IMPIANTI IN ESERCIZIO			IMPIANTI IN COSTRUZIONE		
	Aziendali	Stradali	Autostradali	Aziendali	Stradali	Autostradali
Piemonte	1	25	-	-	11	-
Liguria	1	7	-	-	-	-
Lombardia	5	44	1	-	3	-
Veneto	1	72	1	-	5	-
Friuli V.G.	1	4	-	-	-	-
Trentino A.A.	2	5	-	-	-	-
Emilia Romagna	5	85	3	-	2	3
Marche	2	55	-	-	1	-
Abruzzo	-	15	-	-	1	-
Molise	-	3	-	-	-	-
Toscana	2	56	2	1	1	-
Umbria	2	18	-	-	-	-
Lazio	-	19	3	-	6	1
Puglia	-	28	-	-	2	-
Campania	1	31	-	1	5	-
Basilicata	-	4	-	-	-	-
Calabria	-	4	-	-	-	-
Sicilia	2	11	-	-	-	-
TOTALE	25	486	10	2	37	4

Ad integrazione dell'accordo nazionale, sul territorio del Comune di Modena è prevista la realizzazione di due nuovi impianti di distribuzione del metano, di cui uno al servizio dei privati posto a sud della nuova complanare sulla via Giardini, ed uno al servizio dei mezzi per il trasporto pubblico e per la raccolta dei rifiuti, posto nel quartiere Sacca (all'incrocio tra via Cialdini e Via

delle Suore), tra il deposito ATCM e la sede di META. La realizzazione di quest'ultimo impianto, infatti, rientra all'interno di due progetti promossi rispettivamente da ATCM e Meta, al fine di convertire una parte della propria flotta da gasolio a metano, con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale indotto da mezzi che circolano quotidianamente all'interno delle vie cittadine. La realizzazione di quest'ultimo impianto di distribuzione del metano, prevista per la fine del 2006, sarà in grado di soddisfare l'attuale flotta di 6 minibus impiegati da ATCM per il trasporto pubblico (in particolare per il servizio ProntoBus descritto nel dettaglio al paragrafo successivo), alla quale è prevista l'aggiunta di 14 autobus (di dimensioni pari ai mezzi tradizionali ovvero 12 m) da impiegare per il trasporto pubblico (di cui è previsto l'acquisto nell'anno 2006) e 15 nuovi autocompattatori per i rifiuti urbani "bifuel" (ovvero con la possibilità di essere alimentati sia metano che a benzina), per i quali è previsto un piano di acquisizione triennale.

3.8 IL RISPARMIO ENERGETICO E LA CORRETTA INFORMAZIONE DEI CONSUMATORI

3.8.1 La sensibilizzazione dei consumatori al risparmio energetico e alla tutela dell'ambiente

La sensibilizzazione al corretto uso dell'energia e la consapevolezza degli effetti che i nostri comportamenti producono sull'ambiente, non sono più tematiche sperimentali o d'avanguardia, ma sono realmente una necessità per chi amministra il territorio e un diritto di conoscenza per il cittadino.

Il cittadino, nella sua qualità di utente/consumatore è un protagonista rilevante del mercato energetico. Inoltre, va rilevato che l'Amministrazione pubblica può, attraverso azioni specifiche, guidare il consumatore nelle scelte d'acquisto di beni, al fine di influire favorevolmente sull'ambiente.

Solo partendo da un'analisi del mercato e dei comportamenti soggettivi, è possibile mettere a punto strategie in grado di raggiungere il più alto rapporto tra tutela ambientale e soddisfazione dei bisogni. Capire le esigenze prioritarie del consumatore e la sua percezione dell'ambiente è il punto di partenza per valutare, anche in termini di costi e benefici, quali potrebbero essere, nel lungo periodo, le azioni in grado di condizionare l'individuo a considerare la salute e la qualità della propria vita, in funzione di nuove abitudini di consumo complessivamente più attente all'ambiente.

E' un dato di fatto che si stia creando una *coscienza ambientale* nel consumatore e che, nel corso degli anni, anche lo Stato abbia preso atto che i comportamenti attenti alla salvaguardia dell'ambiente, così come la disponibilità all'acquisto di beni eco-compatibili, sia fortemente condizionata dal consenso manifestato verso determinate scelte e stili di vita. In quest'ottica di centralità del consumatore gli obiettivi prioritari da perseguire dovrebbero agire sulla sfera del comportamento collettivo.

Occorre sottolineare la necessità di un'azione di sensibilizzazione e educazione ambientale per esercitare un'effettiva influenza sulle decisioni d'acquisto modificando, soprattutto nelle nuove generazioni, il comportamento futuro. E' sempre più necessario operare per rendere le tematiche ambientali comprensibili e interessanti per i ragazzi ma anche per le loro famiglie.

Il nuovo consumatore non è solo attento al prezzo ed alla marca di un bene di consumo, ma è anche colui che privilegia la propria salute e che pretende maggiori informazioni. Occorre tenere conto di questo *desiderio di conoscenza* fornendo la possibilità di acquisire strumenti, per mettere il consumatore nelle condizioni di effettuare una scelta consapevole.

La conoscenza del problema e la disponibilità delle informazioni sono alla base delle scelte del consumatore. Un'adeguata ed incisiva campagna di sensibilizzazione ambientale è in grado di fornire la possibilità di scelta e la soddisfazione di sentirsi parte attiva nel processo decisionale. Inoltre, quanto più il processo di comunicazione è efficace, tanto più influirà sul comportamento del singolo e quindi del gruppo. Una volta acquisite le informazioni sui rischi ambientali, sul prodotto o servizio ed altro, il consumatore passerà alla valutazione delle alternative, cercando di raggiungere il massimo soddisfacimento dei bisogni, valutando una serie di nuove possibilità e modificando la propria abitudine ad utilizzare i prodotti o servizi offerti dal mercato.

In sintesi, la comprensione dei bisogni del consumatore e dei processi d'acquisto possono essere alla base di una valida campagna di *marketing ambientale ed energetico*.

Gli elettrodomestici:

Sono tra i principali responsabili dei consumi energetici, in quanto vengono utilizzati per tutto l'anno ed alcuni (come il frigorifero) funzionano praticamente sempre.

Per ridurre consumi, inquinamento e costi è consigliabile acquistare i modelli di recente produzione, che riportano sull'etichetta energetica le classi A++, A+ ed A ed il marchio "Ecolabel", assegnato dall'Unione Europea a quei prodotti che sono maggiormente compatibili con l'ambiente. Gli elettrodomestici con tali caratteristiche sono un po' più costosi, ma permettono di risparmiare fino al 50% sui consumi elettrici. Esaminiamo i principali elettrodomestici:

La LAVATRICE

Provvista di etichetta energetica dal Maggio del 1999, costituisce all'incirca il 10-15% dei consumi di energia elettrica per uso domestico. Nella tabella sottostante è possibile consultare le classi energetiche, i consumi annui ed i costi, e verificare come un apparecchio di classe A sia largamente vantaggioso rispetto ad uno di classe E, F o G.

Esistono inoltre numerosi accorgimenti per ridurre ulteriormente le spese e l'inquinamento. Ad esempio, è bene preferire i programmi di lavaggio a basse temperature (40-60°C), in quanto con i moderni detersivi si ottiene ugualmente un bucato perfetto, con il vantaggio di diminuire il consumo energetico per riscaldare l'acqua. Inoltre i capi non scoloriscono e le fibre resistono meglio ai lavaggi. Inoltre, è bene ricordare che per un bucato a 40°C il costo è inferiore alla metà di un ciclo a 90°C. È bene poi provvedere ad una corretta manutenzione del filtro ed alla pulitura dello scomparto per il detersivo.

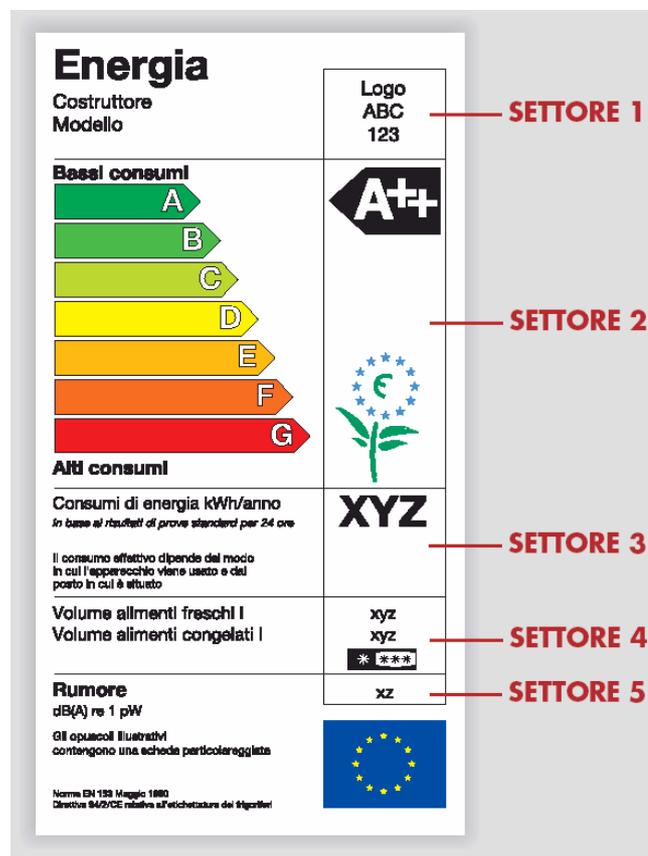
Le moderne lavatrici sono anche dotate del sistema di asciugatura, impiegando due modalità: lo scarico d'aria o la condensazione di vapore. Per riscaldare l'aria per l'asciugatura, serve però molta energia e i costi di consumo sono maggiori. Pertanto è preferibile utilizzare il più possibile il sole ed il vento, che non inquinano e sono gratuiti.

Il FRIGORIFERO

Insieme al congelatore, è provvisto di etichetta energetica dal 1998 e rappresenta circa il 22% dei consumi elettrici domestici. È importante la sua posizione nella cucina: deve distare dal forno e da altre fonti di calore e non deve essere addossato al muro, ma è bene lasciare 20 centimetri circa dalla parete per favorire una corretta ventilazione delle componenti del motore. Occorre poi sbrinarlo periodicamente e non riempirlo troppo o si rischia di ostacolare il ricircolo dell'aria fredda al suo interno.

Evitare di aprirlo e chiuderlo continuamente, ma preferire uniche aperture per la sistemazione ed il prelievo dei cibi, così facendo il motore impiega meno energia per riportare la temperatura al valore desiderato. Anche in questo caso, una corretta manutenzione non deve essere scordata, pertanto sostituire le guarnizioni usurate, per ridurre gli sprechi e migliorare la conservazione degli alimenti.

Anche per il frigorifero, vale la buona regola secondo cui le classi energetiche A++, A+ o A permettono di risparmiare oltre il 50% di energia e spese rispetto ad un apparecchio di pari requisiti, ma di classi F o G.



La LAVASTOVIGLIE

Costituisce il 5% dei consumi domestici ed è obbligatoriamente munita di etichetta energetica dal Giugno del 2000. Per questo elettrodomestico valgono gli stessi consigli impiegati per la lavatrice, ma vale la pena aggiungere di preferire l'impiego di acqua fredda, quando lo sporco è poco e dell'eliminazione del ciclo di asciugatura. Semplici accorgimenti che permettono un risparmio.

II FORNO ELETTRICO

Per questo elettrodomestico, ormai diffuso, l'etichetta energetica è obbligatoria dal mese di Luglio 2003 e resta valida la preferenza per la classe A, che su un ciclo di 100 cotture in un anno consuma la metà o meno rispetto alle classi F e G.

Infine, è essere utile un breve cenno sulle apparecchiature TV, VIDEOREGISTRATORE, COMPUTER, STEREO, ECC.. È bene che tali elettrodomestici siano spenti completamente quando non sono utilizzati (con l'apposito tasto e non con l'utilizzo del solo telecomando!), perché la luce rossa di stand-by, contrariamente a quanto si è soliti credere, comporta un consumo energetico e 20 ore di tale modalità al giorno portano ad un consumo annuo di 220kWh, pari a circa 40,00 euro.

CONFRONTIAMO I PRINCIPALI ELETTRODOMESTICI		CONSUMI ANNUI	COSTI ANNUI
LAVATRICE - Considerando un bucato di 5 Kg a 60°C per 5 volte a settimana	CLASSI A++, A+, A	inferiore a 245 kWh	inferiore a 45 euro
	CLASSI E, F, G	da 405 ad oltre 510 kWh	da 75 ad oltre 90 euro
FRIGORIFERO - Per un volume di 200 litri per il frigo e 100 per il freezer	CLASSI A++, A+, A	inferiore a 345 kWh	inferiore a 62 euro
	CLASSI E, F, G	da 630 ad oltre 780 kWh	da 115 ad oltre 140 euro
LAVASTOVIGLIE - Considerando 4 lavaggi a settimana per 10-12 coperti	CLASSI A++, A+, A	inferiore a 230 kWh	inferiore a 42 euro
	CLASSI E, F, G	da 360 ad oltre 450 kWh	da 65 ad oltre 80 euro

L'illuminazione dei locali

Le spese per l'illuminazione costituiscono circa il 10% dei consumi di elettricità nelle nostre abitazioni. Ridurre questa percentuale è però possibile.

Prima di tutto, occorre esaminare le tipologie di lampade, le quali si suddividono in due grandi categorie: ad incandescenza (come le comuni "lampadine" o quelle alogene) e a scarica elettrica in gas (tubolari fluorescenti tradizionali o compatte).

Le comuni lampadine ad incandescenza hanno un costo relativamente basso al momento dell'acquisto, ma la loro efficienza è relativamente modesta e durano mediamente 1000 ore. Inoltre, con il tempo e l'usura, emettono sempre meno luce.

Le lampade alogene, maggiormente efficaci, producono una luce "più bianca", durano il doppio rispetto alle comuni lampadine e consumano meno energia.

Le lampade tubolari fluorescenti tradizionali (chiamate erroneamente "neon") sono molto efficienti, consumano infatti 1/5 rispetto alle tradizionali lampadine ad incandescenza e la loro durata è maggiore di 10 volte. Esistono anche le tubolari fluorescenti ad alta frequenza, con una durata ancora maggiore: ben 12000 ore. In commercio, si trovano anche le lampade al sodio, usate prevalentemente per illuminare gli ambienti esterni. Emettono una luce gialla e la loro efficienza è 10 volte maggiore rispetto alle comuni lampadine.

Tuttavia, le maggiormente efficienti sono le lampade fluorescenti compatte elettroniche che riducono i consumi elettrici del 70% rispetto all'impiego delle comuni lampadine ad incandescenza. Sono perfette per gli usi prolungati con un numero di accensioni-spegnimenti inferiore alle 10 volte nell'arco della giornata. È bene ricordare che anche per le lampadine esiste l'etichetta energetica e che una lampada fluorescente da 20 Watt equivale ad una lampadina tradizionale da 100 Watt.

Nella tabella sottostante è possibile confrontare i consumi ed i costi delle comuni lampadine ad incandescenza e delle lampade a basso consumo energetico, considerando un utilizzo di 2000 ore all'anno per 5 anni. Senza dubbio, sono evidenti il risparmio energetico ed economico ottenibili impiegando le lampade tubolari compatte elettroniche.

	Lampade ad incandescenza da 100 W	Tubolare compatta elettronica da 20 W
DURATA	1000 ore	10000 ore
COSTO LAMPADA	circa 3,00 euro	circa 18,00 euro
ENERGIA CONSUMATA	200 kWh annui	40 kWh annui
COSTO ENERGIA	180,00 euro	36,00 euro
SPESA COMPLESSIVA	183,00 euro	54,00 euro
RISPARMIO	/	129,00 EURO

Riscaldamento, ventilazione e condizionamento

Il corretto funzionamento della nostra caldaia è uno dei cardini che permette di ottenere il miglior rendimento ed una maggiore sicurezza, diminuendo le emissioni di inquinanti nell'atmosfera e le spese per il riscaldamento. Proprio questi sono gli obiettivi con i quali il Comune di Modena ha promosso la campagna "Calore Pulito".

A tale proposito, per utilizzare nel modo migliore il combustibile, è necessario che la caldaia venga controllata almeno una volta all'anno da personale specializzato, in modo tale da risultare pienamente efficiente e poter funzionare al meglio, riducendo i consumi, senza poi scordare che il buon funzionamento è una garanzia di sicurezza per la nostra salute, perché riduciamo il rischio di incidenti domestici all'interno della nostra abitazione e possiamo contribuire a migliorare la qualità dell'aria che respiriamo.

La pulizia annuale dalla caldaia è dunque obbligatoria, perché se la fuliggine si deposita lungo le pareti della canna fumaria, si verifica una diminuzione del rendimento (vedi capitolo 3.2).

Inoltre, ogni due anni si rende necessaria l'analisi dei fumi, perché se la loro temperatura è eccessivamente elevata potrebbero essere presenti delle incrostazioni all'interno della caldaia, che oltre ad ostacolare il riscaldamento dell'acqua che raggiungerà i radiatori, provocano la dispersione di una parte del calore insieme alla fuoriuscita dei fumi. Dopo tale analisi dei fumi, il manutentore ha il compito di compilare il "Rapporto di controllo tecnico" (o Allegato H), corredato dal bollino "Calore Pulito", che certifica l'idoneità e la sicurezza della caldaia.

Un ulteriore accorgimento da utilizzare consiste nella regolazione del bruciatore che evita gli sprechi ed impedisce che eventuali particelle incombuste fuoriescano, inquinando gli ambienti.

A questo punto, occorre sottolineare che se siamo in possesso di una caldaia un po' datata (circa quindici anni) può essere utile e conveniente provvedere alla sua sostituzione, optando per una caldaia ad alto rendimento.

È utile evidenziare che se si vive in un condominio con caldaia centralizzata, si possono scegliere autonomamente tempi e temperature, installando nell'immobile un sistema di contabilizzazione del calore, che registra la quantità di energia utilizzata da ciascun appartamento. Pertanto ciascun condomino può scegliere la temperatura desiderata e contemporaneamente usufruire dei vantaggi

della caldaia centralizzata, che ha un rendimento maggiore rispetto a quelle autonome e grazie alla quale è possibile dividere le spese per i controlli e le manutenzioni.

Numerosi sono poi gli accorgimenti e le “buone pratiche” che permettono di migliorare il comfort del nostro appartamento, diminuendo i consumi. Ad esempio, in inverno è buona regola mantenere il riscaldamento a 20°C di giorno, 16°C di notte (come suggeriscono i regolamenti) e le porte chiuse, per evitare che il calore si propaghi in ambienti che non è necessario riscaldare. Ricordiamo poi che ad ogni grado in meno di riscaldamento, corrisponde un risparmio di energia del 7% e maggiore è il consumo dell’energia, maggiori sono le emissioni di inquinanti nell’ambiente.

Qualunque sia il tipo di radiatore, occorre non ostacolare la circolazione dell’aria; pertanto non coprire i radiatori con i “copri-termosifoni”. Inoltre, in inverno si possono sfruttare anche gli apporti gratuiti di energia, come il sole attraverso le finestre, gli elettrodomestici in funzione o la presenza di più persone in uno stesso ambiente.

Infine, risulta utilissima l’installazione delle valvole termostatiche, che procurano un risparmio energetico ed economico fino al 20%, perché regolano automaticamente l’afflusso di acqua calda ai radiatori in base alla temperatura scelta, dirigendo l’acqua calda verso i radiatori di altre stanze, che ancora non hanno raggiunto la temperatura desiderata.

Per il raffrescamento degli ambienti nei periodi di maggiore calura estiva si è ormai diffuso l’utilizzo del condizionatore. Tuttavia, i consumi che comporta tale comodità sono rilevanti sulle nostre “bollette della luce”. Non bisogna, però scordare che, anche in questo caso, ci sono alcuni accorgimenti che ci permettono di trovare sollievo dal caldo, senza consumare eccessivamente l’energia e danneggiare l’ambiente. Per prima cosa è sempre buona norma effettuare periodicamente una corretta manutenzione del condizionatore ed imparare ad utilizzarlo senza sprechi, né danni per la salute. Se si deve acquistare, è bene prestare attenzione all’etichetta energetica, obbligatoria dal mese di Luglio del 2003. Preferire quindi la classe “A”, che garantisce la maggiore efficienza con il minor spreco di energia.

Volendo fare un esempio, impiegando il solo raffreddamento per circa 500 ore all’anno, il consumo di elettricità per un condizionatore di classe A è inferiore agli 890 kWh annui, ed il costo dell’elettricità si aggira sui 160 euro circa all’anno, contro 1110-1300 kWh annuali, corrispondenti a 200,00-235,00 ed oltre euro all’anno, per i modelli di classe “E”, “F” o “G”.

Esistono poi dei piccoli accorgimenti che contribuiscono al risparmio. Occorre, ad esempio, regolare il climatizzatore sul consumo energetico ottimale ed accenderlo solo se necessario. È importantissimo ricordare che la sola funzione di deumidificazione abbassa di circa 2°C la temperatura degli ambienti e soprattutto permette di ridurre la percentuale di vapore acqueo, eliminando la spiacevole sensazione provocata dal caldo umido.

Infatti, ciò che crea disagio non è tanto l’elevata temperatura estiva, bensì l’umidità dell’aria, inconveniente che può essere ovviato con una corretta ventilazione. A tale proposito, è utile evidenziare che un buon ventilatore a pale permette il ricircolo dell’aria all’interno degli ambienti e consuma molta meno energia rispetto al condizionatore, abbassando quindi le spese per l’elettricità.

3.8.2 Le Buone pratiche del risparmio energetico

1. In inverno, mantenere il riscaldamento a 20°C di giorno e 16°C di notte e tenere le porte chiuse, per evitare che il calore si propaghi in ambienti che non è necessario riscaldare.
2. In estate, regolare il condizionatore sul consumo energetico ottimale (25°C o non più di 8°C meno della temperatura esterna) e comunque accenderlo solo se necessario. Ricordiamo inoltre che a minori velocità di ventilatore, la quantità di aria trattata è minore e quindi viene meglio raffreddata e soprattutto maggiormente deumidificata, con conseguente maggiore sensazione di benessere.
3. Quando si acquista un condizionatore controllare la sua etichettatura energetica e scegliere, preferibilmente, i modelli dotati di “inverter”, che permettono di risparmiare fino al 30% dei

consumi elettrici. Preferire inoltre i modelli a “pompa di calore”, utilizzabili anche in inverno, con costi di gestione inferiori al riscaldamento a gas.

4. Evitare di accendere il condizionatore (o il riscaldamento) se non si è in ufficio oppure in casa e ricordarsi di spegnere il condizionatore (o coprire i termosifoni) ogni volta che si aprono momentaneamente le finestre per il ricambio dell'aria. Ad ogni grado in meno di riscaldamento, corrisponde un risparmio di energia del 7%. Lo stesso vale anche per il raffreddamento degli ambienti nel periodo estivo. Ricordare, inoltre, che maggiore è il consumo dell'energia, maggiori sono le emissioni di inquinanti nell'ambiente.
5. Preoccuparsi di mantenere sempre ben puliti i filtri dell'aria del condizionatore.
6. Qualunque sia il tipo di radiatore occorre non ostacolare la circolazione dell'aria. Pertanto non coprire i radiatori con “copri-termosifoni” o nasconderli dietro tendaggi.
7. Saper sfruttare gli apporti gratuiti di energia (sole attraverso le finestre, elettrodomestici in funzione, ecc.), abbassando la temperatura dei termosifoni o usando le valvole termostatiche, le quali permettono fino al 20% di risparmio energetico.
8. Se è possibile, installare dei regolatori di temperatura sui corpi scaldanti (termosifoni e fancoil) in modo tale da evitare di riscaldare inutilmente stanze che normalmente non vengono utilizzate e alle valvole manuali, preferire quelle termostatiche, che regolano automaticamente l'afflusso di acqua calda.
9. Regolare il termostato dello scaldabagno su 40°C in estate e 48°C in inverno, ma comunque evitare di far funzionare lo scaldabagno se non necessario, meglio se installando un timer.
10. Scegliere elettrodomestici provvisti di “etichetta energetica”, che denoti un basso consumo dell'apparecchio (contrassegnato dalle lettere A o B).
11. Preferire elettrodomestici provvisti del marchio di qualità ecologica certificata come “Ecolabel UE”) o provenienti da aziende eco-certificate (marchio EMAS UE).
12. Acquistare lavatrici o lavastoviglie predisposte all'attacco dell'acqua calda, in tal modo si risparmia l'energia utile per il riscaldamento e si accelerano i tempi di lavaggio, dal momento che non è necessario che l'acqua si riscaldi all'interno della lavatrice.
13. Ogni volta che è possibile, privilegiare la luce solare a quella elettrica.
14. Quando è possibile, preferire una lampada per l'illuminazione del tavolo da lavoro (o delle scrivania) alle luci elettriche fisse.
15. Preferire lampadari più predisposti per l'utilizzo delle lampade fluorescenti compatte, anziché quelli provvisti di più luci e scegliere le intensità di luce in maniera adeguata alla tipologia di utilizzo dell'ambiente (luce sospesa per il tavolo da pranzo, lampade da tavolo orientabili per scrivanie o ufficio, plafoniere per il bagno e i corridoi, luci in corrispondenza dei piani di lavoro in cucina, ecc.).
16. Per la lettura e di notte preferire la luce di un'abatjour o di una lampada, anziché servirsi di un impianto che illumina l'intero ambiente.
17. Utilizzare lampade a risparmio energetico, perché anche se inizialmente hanno un costo superiore, nel tempo e a parità di luce, fanno risparmiare energia e soldi.
18. La funzione “stand-by” degli elettrodomestici riduce, ma non annulla, il consumo di energia, pertanto è opportuno spegnerli, quando non vengono utilizzati. Inoltre è stato calcolato che, per produrre la quantità di energia che tiene acceso lo stand-by di televisori, videoregistratori ed impianti stereo, si immettono ogni giorno nell'ambiente quantità di inquinanti pari a quelli prodotti dall'accensione di un motore di un mezzo pesante.

3.9 IL RISPARMIO ENERGETICO NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI

Il sistema di gestione dei rifiuti solidi urbani possiede anch'esso una considerevole importanza nell'analisi del sistema energetico comunale, rappresentando tra l'altro una potenziale forma di risparmio energetico e di razionalizzazione dei consumi. La raccolta dei rifiuti solidi urbani e la loro forma di gestione finale attraverso il recupero, la valorizzazione e lo smaltimento, è in grado di incidere sui consumi energetici complessivi, sia in termini di consumi di combustibile (con particolare riferimento al sistema di raccolta) che di recupero energetico attraverso il riciclaggio e la termovalorizzazione degli stessi.

Dal punto di vista normativo, il D.Lgs. 22/97, comunemente detto "Decreto Ronchi", ha fortemente innovato la legislazione in materia di gestione dei rifiuti, superando la vecchia concezione di scarto di produzione e rifiuto urbano, per sostituirlo con la cultura del riutilizzo all'interno del ciclo produttivo, del recupero e della valorizzazione energetica, allineandosi in questo modo gli orientamenti forniti dalla comunità europea su tale tematica. Con tale decreto al Comune vengono assegnate importanti funzioni di tipo gestionale ed operativo al fine di ottemperare ai seguenti obiettivi:

- riduzione della quantità di rifiuti prodotti;
- riutilizzo dei prodotti;
- riciclaggio dei rifiuti urbani ed industriali;
- valorizzazione della frazione recuperabile dei rifiuti.

L'impostazione della normativa europea e del suo recepimento con il decreto Ronchi è quindi basata sulla volontà di superare la vecchia concezione di raccolta indifferenziata e conferimento in discarica dei rifiuti, con l'obiettivo a lungo termine di giungere ad una riduzione della produzione di rifiuti e ad una loro gestione che porti ad un re-impiego dei materiali, nonché ad una loro valorizzazione, al fine di ridurre il consumo di suolo di energia e di anidride carbonica. Tale filosofia è stata acquisita dal Comune di Modena, che già dal 1990 ha attivato un servizio di raccolta differenziata, sviluppato ed ampliato negli anni successivi, e che dal 1995 ha convertito il proprio impianto di incenerimento dei rifiuti al fine di permetterne la produzione di energia elettrica.

Le politiche di gestione dei rifiuti rappresenta pertanto un'opportunità anche dal punto di vista del risparmio energetico e della riduzione delle emissioni climalteranti, nonché di riduzione degli impatti ambientali rispetto alla filosofia dell'usa e getta tipica degli anni precedenti alla nuova legislazione europea.

3.9.1 La gestione dei rifiuti solidi urbani

La raccolta di rifiuti solidi urbani svolta sull'intero territorio comunale è basata sulla presenza di 91.490 contenitori per la raccolta⁶, composti da cassonetti, bidoni, trespolti portasacchetti e aree ecologiche attrezzate.

La distribuzione dei cassonetti per la raccolta differenziata è stata mappata nella carta di accessibilità alle strutture o servizi per il riciclaggio dei rifiuti solidi urbani, che evidenzia le aree per le quali viene garantita un'adeguata accessibilità alla rete di raccolta. In particolare, basandosi sull'indicatore europeo ECI n°4, sono state identificate le aree comprese entro i 300 m dai cassonetti per la raccolta dei rifiuti, poiché tale distanza viene giudicata come quella massima che ragionevolmente un cittadino può percorrere per il conferimento dei propri rifiuti. Al 2002, la percentuale di popolazione servita dalla rete di raccolta dei rifiuti giudicata con il criterio dell'accessibilità ai 300 m ha raggiunto il 96% della popolazione residente sul territorio comunale.

⁶ Rapporto Ambientale 2003, Meta S.p.a.

All'interno del territorio comunale sono state realizzate negli anni 1997-98-99 e 2001 quattro stazioni ecologiche attrezzate che, al 2002, hanno portato alla raccolta di 4.906.140 Kg di rifiuti differenziati, che rappresentano il 19,2% dell'intero quantitativo della raccolta differenziata realizzata sul territorio. Gli utenti delle stazioni ecologiche sono privati cittadini o piccole attività commerciali, artigianali e di servizio, che usufruiscono del normale circuito di raccolta dei rifiuti solidi urbani.

Il patrimonio di impianti di smaltimento a suo tempo realizzato dal Comune di Modena, ed affidato in gestione all'Azienda Municipalizzata AMIU, ora confluita in META Spa, insiste su due aree impiantistiche integrate e complementari (Area 2 e Area 3), entrambe ubicate nella zona nord dell'espansione urbana, rispettivamente in via Cavazza (in loc. Bertola), sede dell'inceneritore dei rifiuti urbani, e in via Caruso, ove furono realizzate le discariche di supporto e una piattaforma per l'innocuizzazione di rifiuti industriali tossici e nocivi a matrice inorganica. Il sistema impiantistico di cui si è dotato il Comune di Modena, con l'azienda AMIU (ora META Spa), è di seguito descritto.

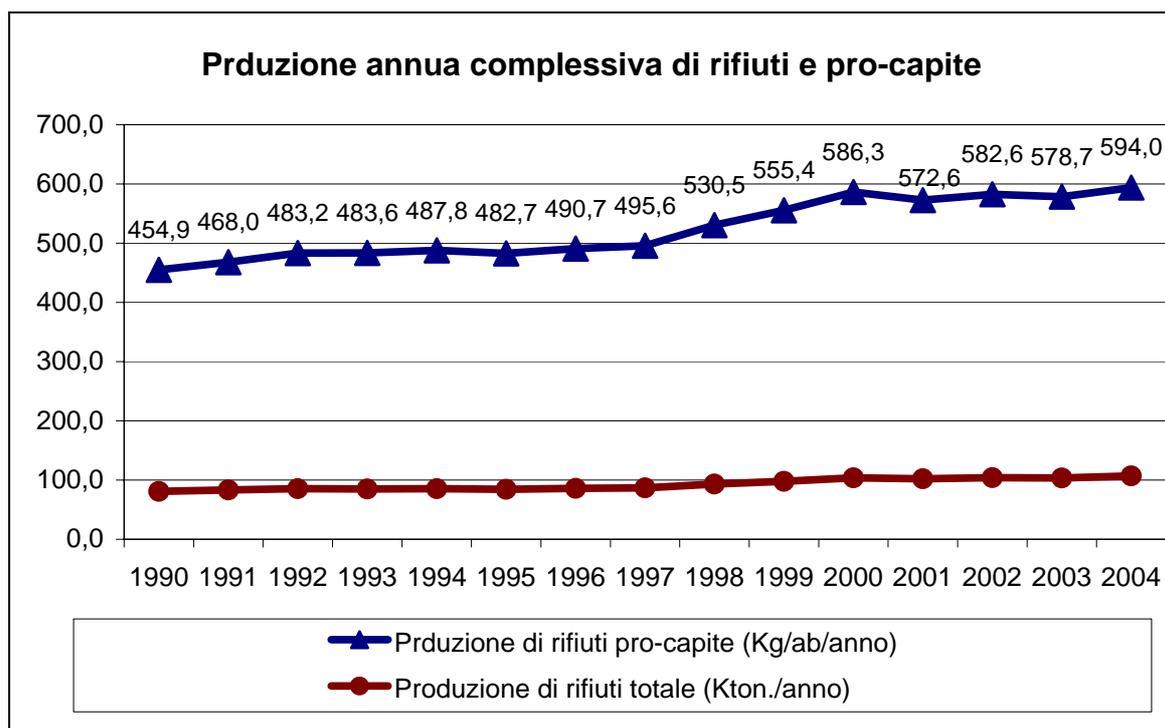
Nell'area impiantistica di via Cavazza (Area 2) ha sede l'**inceneritore dei rifiuti urbani** con recupero di energia che consiste attualmente di n. 3 linee di incenerimento di potenzialità nominale complessiva di 538 t/g, per una capacità di termodistruzione effettiva di circa 130.000 ton/a, cui è collegato un impianto di recupero energetico **in grado di produrre circa 33 milioni di Kilowattora annui di energia elettrica** e di cui è previsto l'ampliamento. Ad oggi, delle tre linee di incenerimento le prime due, di potenzialità nominale di 144 ton/d ciascuna, entrarono in esercizio nel 1980, e cessarono l'attività il 30/6/1989 per consentirne l'adeguamento alle disposizioni della Deliberazione 27/7/84 (realizzazione delle camere di postcombustione ed installazione delle torri di deacidificazione dei fumi), essendosi in corso d'opera realizzati gli ulteriori dispositivi per consentire il rispetto delle successive prescrizioni legislative; contestualmente si diede corso alla realizzazione di un terzo forno, (potenzialità nominale: 250 ton/g), di un nuovo camino a tre canne, dell'altezza di 80 m, e di un impianto per la produzione di energia elettrica attraverso una turbina alimentata dal vapore surriscaldato prodotto dai dispositivi di raffreddamento dei gas di combustione delle tre linee di incenerimento. L'inceneritore ha ripreso l'attività, con una linea, nel secondo semestre del 1994, mentre il funzionamento a regime è intervenuto solo all'inizio del 1996, di fatto, contestualmente con la messa in produzione dell'impianto di recupero energetico. L'attuale potenzialità dell'impianto è pari a 340 ton/g, diminuita a causa dell'aumento del potere calorifico dei rifiuti avvenuti in questi ultimi anni, passato da 1.600 kcal/kg, sulla quale era stato progettato l'impianto, all'attuale 2.500 kcal/kg. Dall'esercizio dell'inceneritore derivano inoltre residui di combustione, a loro volta da inviare allo smaltimento definitivo, reflui liquidi ed emissioni in forma gassosa. Nella stessa area sono collocati l'impianto per il trattamento chimico fisico delle acque reflue prodotte dall'impianto di incenerimento e l'impianto di depurazione biologica delle acque reflue della città.

Nell'area impiantistica di via Caruso (Area 3) si trovano **quattro discariche esaurite di prima categoria** per rifiuti urbani e assimilabili (RSU1, RSU2, RSU3 e RSU4), ed una ancora attiva (RSU 5), per una superficie complessiva di 40 ettari. All'interno dell'area sono inoltre presenti la piattaforma per lo stoccaggio e il trattamento di rifiuti pericolosi, le discariche di seconda categoria (tipo B) per lo smaltimento dei rifiuti inertizzati e delle scorie dell'impianti di incenerimento e l'**impianto di sfruttamento energetico di biogas prodotto dalle discariche di prima categoria**. Su tali discariche, infatti, è stato realizzato un sistema di captazione e collettamento del biogas prodotto nel processo di fermentazione anaerobica dei rifiuti immessi, entrato in funzione nella seconda metà degli anni '80 e successivamente esteso, che alimenta due gruppi per la produzione di energia elettrica, in arte direttamente consumata nell'area impiantistica, e in parte immessa nella rete elettrica cittadina. All'impianto di estrazione sono collegati 42 pozzi di aspirazione del biogas perforati sulle discariche RSU1, RSU2 e a 100 pozzi sulla discarica RSU3. La produzione

ammonta a circa 500.000 Nm³ di biogas, sufficienti a fare funzionare due generatori elettrici, con motori a combustione interna, della potenza di 217 kW ciascuno. Dalla fine dell'anno 2003, tale area è interessata in gran parte da un progetto di riqualificazione ambientale e paesaggistico, che comprende la fascia della periferia urbana contigua alle discariche, la rimodellazione delle discariche stesse, la piantumazione di diverse specie arboree e la realizzazione di piste ciclabili. Il progetto di riqualificazione è conseguente al passaggio in tale area della ferrovia ad alta velocità. In particolare, nel corso del 2003 sono iniziati i lavori di preparazione e scavo della trincea, che comportano la movimentazione di circa 200.000 m³ di rifiuti, il loro successivo trattamento di triturazione e vagliatura e la ricollocazione in apposita discarica predisposta in sito. Per il trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani, META Spa si è servita fino al 31.12.2003 dell'impianti di compostaggio di Soliera ed in parte dell'impianto di Carpi (di proprietà AIMAG), mentre dall'anno 2004 tale tipologia di rifiuto viene conferito esclusivamente agli impianti di compostaggio di Carpi e Nonantola (quest'ultimo di proprietà della ditta SARA).

Per quanto concerne il servizio di raccolta, META impiega sia automezzi dotati di motori diesel che mezzi a minore impatto ambientale costituiti da veicoli elettrici, ibridi gas metano/benzina e ibridi GPL/benzina. Di questi ultimi, quelli a trazione elettrica vengono impiegati per la raccolta dei rifiuti solidi urbani nel centro storico, dove, per tale servizio, accede solo questa tipologia di veicoli. Inoltre, gli automezzi diesel sono alimentati con gasolio BTZ che è costituito da una percentuale di zolfo mediamente pari allo 0,1%, inferiore rispetto a quello tradizionale (0,3%), permettendo un abbattimento di due terzi dell'anidride solforosa immessa nell'atmosfera. Al fine di ridurre ulteriormente l'impatto ambientale ed i consumi energetici connessi al sistema di gestione dei rifiuti, META ha presentato richiesta di finanziamento per l'acquisto di 46 veicoli a metano (15 autocompattatori, 7 miniautocarri, 14 autovetture e 10 furgoni), 13 veicoli elettrici (6 miniautocarri furgonati, 7 autocarri con vasca ribaltabile) in sostituzione o integrazione rispetto al parco esistente.

Tale sistema strutturale risulta in grado di soddisfare alla domanda che proviene non solo dal Comune stesso ma anche di gestire parte dei rifiuti provenienti dal resto della provincia di Modena. La produzione di rifiuti urbani del Comune di Modena ha registrato negli ultimi anni un significativo incremento, come evidenziato nel successivo grafico.



Tale tendenza si evidenzia anche osservando la produzione media annua di rifiuti pro-capite che dal 1990 ad oggi è passata da 454,9 Kg/ab/anno a 594,0 Kg/ab/anno con un trend evolutivo pressoché costante pari ad un incremento di poco più di 9 Kg/ab/anno.

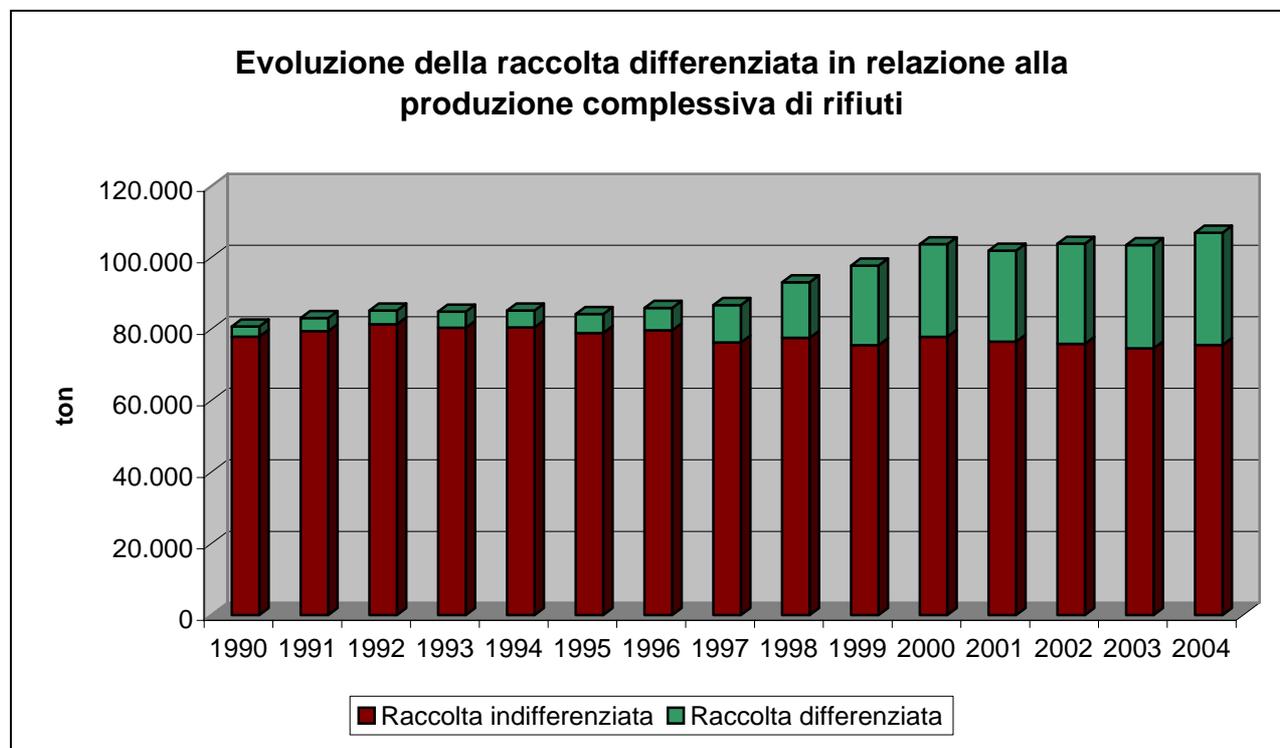
Analizzando i dati scomposti per forma di raccolta, si evidenzia come l'andamento negli anni dei rifiuti indifferenziati sia sostanzialmente stabile, attestandosi tra le 72.000 e 75.000 ton/anno, mentre la quota di **raccolta differenziata** vada a compensare l'incremento di rifiuti pro capite annui prodotti. Quest'ultima ha subito un costante incremento soprattutto negli anni 1997 - 2000, grazie anche agli interventi promossi dal Comune di Modena finalizzati alla promozione della raccolta differenziata ed alla realizzazione di un sistema di efficiente ed affidabile di raccolta dei rifiuti. In seguito all'incremento significativo avvenuto nel periodo di riferimento menzionato precedentemente, i dati del quinquennio 2000-2004, come evidenziato nella tabella successiva che riporta le tonnellate di rifiuti raccolte in maniera differenziata suddivise per tipologia di raccolta, evidenziano un incremento meno marcato della raccolta differenziata passando dal 24,9% al 29,4% e quindi mancando l'obiettivo del 35% fissato dal decreto Ronchi.

Raccolta differenziata	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Carta-cartone	2.149	2.369	3.539	4.390	5.374	5.486	5.449	5.613	5.889	6.270
Vetro-lattine	2.024	2.152	2.521	2.795	3.102	3.278	3.451	3.698	3.973	4.240
Plastica	74	84	308	533	603	646	679	750	880	1.000
Metallo	8	8	93	169	308	438	515	548	588	657
Legno			231	955	907	1.242	1.538	1.578	1.979	2.333
Abiti					145	318	392	432	366	330
Frazione organica	90	164	441	835	2.004	2.065	1.894	1.980	2.935	3.729
Rifiuti di giardini	226	342	1.946	3.441	5.620	7.121	5.883	7.605	6.566	7.065
Medicinali, pile, batterie, oli, vernici e altri R.U.P.	40	56	66	117	142	182	225	252	218	196,9
ingombranti	662	1.024	919	1.416	2.717	3.112	2.977	2.818	2.719	2.725
inerti			298	766	1.062	1.752	2.195	2.455	2.409	2.518
Frigoriferi, computer, pneumatici	23	58	96	101	249	265	246	256	350	358
Totale RD	5.296	6.257	10.458	15.518	22.233	25.905	25.444	27.985	28.872	31.422
% RD	6,3	7,3	12,0	16,6	22,7	24,9	25,0	26,9	27,9	29,4

La mancanza dell'estensione a tutto il territorio comunale della raccolta differenziata della frazione organica dei rifiuti urbani sembra essere una delle cause principali connesse al mancato raggiungimento dell'obiettivo del 35%, unita forse ad una non sufficiente sensibilizzazione dei cittadini sul problema della gestione separata dei rifiuti.

Valutando la composizione della raccolta differenziata si evidenzia come i cittadini modenesi siano maggiormente sensibilizzati alla raccolta della carta, del vetro rispetto agli altri materiali. Risulta ancora scarsa, soprattutto se confrontata con il dato del Nord Italia, la raccolta della plastica e della frazione organica. I motivi sono da ricercare sia nella maggiore distribuzione dei materiali maggiormente raccolti, rispetto agli altri, ma soprattutto in relazione al fatto che carta e vetro risultano essere i primi materiali per i quali storicamente è stato predisposto un servizio di raccolta differenziata, e pertanto per i quali i cittadini sono maggiormente sensibilizzati alla raccolta stessa. L'andamento della raccolta differenziata evidenzia pertanto ampi margini di miglioramento, soprattutto se si confronta i dati raggiunti al 2004 con gli obiettivi prefissati dal decreto Ronchi che

fissavano a quella data un obiettivo minimo del 35% della raccolta differenziata sul quantitativo complessivo di rifiuti prodotti e con l'obiettivo del Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti che fissa al 2005 l'obiettivo del 55%. A tale proposito è da sottolineare come l'estensione della raccolta della frazione organica dei rifiuti urbani permetterà di ottenere significativi incrementi della raccolta differenziata, ai quali occorre comunque accompagnare politiche di sensibilizzazione ai cittadini da parte dell'amministrazione comunale e di META.



A fronte della produzione di rifiuti sopra descritta e del sistema di raccolta di cui il comune di Modena si è dotato attraverso META S.p.a., è possibile valutare le implicazioni energetiche e connesse alle emissioni di gas climalteranti, andando considerare l'effettiva gestione dei rifiuti i seguito alla loro raccolta. I dati riportati nelle tabelle successive (che mostrano i quantitativi di rifiuti in tonnellate suddivisi per destinazione dal 1990 al 2004) evidenziano come occorra valutare forme di smaltimento alternative alla discarica, così come peraltro previsto dalle ultime direttive europee in materia di gestione dei rifiuti e dal Piano Provinciale per la Gestione dei Rifiuti, anche in prospettiva alla chiusura della discarica di via Caruso nei prossimi anni. Analizzando i dati sotto riportati è possibile notare come dall'anno 1995 è incrementata in maniera significativa la quantità di rifiuti conferiti all'inceneritore, così come quelli destinati al recupero, con una conseguente drastica riduzione dei rifiuti conferiti in discarica. Il dato anomalo del 1999, dove si evidenzia un incremento dei rifiuti esportati all'esterno del territorio comunale, è giustificabile dal fatto che in quell'anno sono stati svolti diversi interventi manutentivi sia all'inceneritore che alla discarica di via Caruso.

Destinazione	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Discarica	77.881	79.959	79.753	77.023	66.379	5.732	7.443	6.349	5.190	6.960
Inceneritore	0	0	2.296	4.071	14.891	73.552	72.011	68.469	68.977	43.979
Export.	0	0	0	0	0	341	1.254	2.755	2.541	25.076
Recuperato	2.871	3.145	3.166	3.797	3.945	4.610	5.233	9.172	14.811	21.742
Totale	80.752	83.104	85.215	84.891	85.215	84.235	85.941	86.745	91.519	97.757

Destinazione	2000	2001	2002	2003	2004
Discarica	19.831	23.123	19.700	27.594	11.618
Inceneritore	64.959	59.724	61.773	52.721	66.683
Export.	0	0	0	0	0
Recuperato	18.967	19.083	22.405	23.197	28.688
Totale	103.757	101.930	103.878	103.512	106.989

3.9.2 La produzione di energia dai rifiuti solidi urbani

Il sistema impiantistico costituito a Modena per la gestione dei rifiuti in seguito alla loro raccolta permette di recuperare energia dai rifiuti conferiti in discarica, ove si procede all' estrazione del biogas e al suo impiego per alimentare gruppi elettrogeni turbogas, e dall'inceneritore, ove dal 1995 è operativa la turbina alimentata dal vapore prodotto attraverso il recupero dell'energia termica dei gas prodotti dalla combustione dei rifiuti nei forni. Nella successiva tabella è riportata la serie storica della produzione di energia elettrica, che corrisponde attualmente a circa il 3% del fabbisogno globale del territorio comunale. Occorre comunque sottolineare come tale produzione energetica, fornita essenzialmente dall'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti, sia garantita dalla combustione di rifiuti provenienti dall'intero bacino di raccolta dell'ente gestore (META), che comprende, oltre al Comune di Modena, anche diversi Comuni limitrofi della provincia di Modena, comprendo un bacino di utenza costituito da circa il 59% della popolazione residente in provincia.

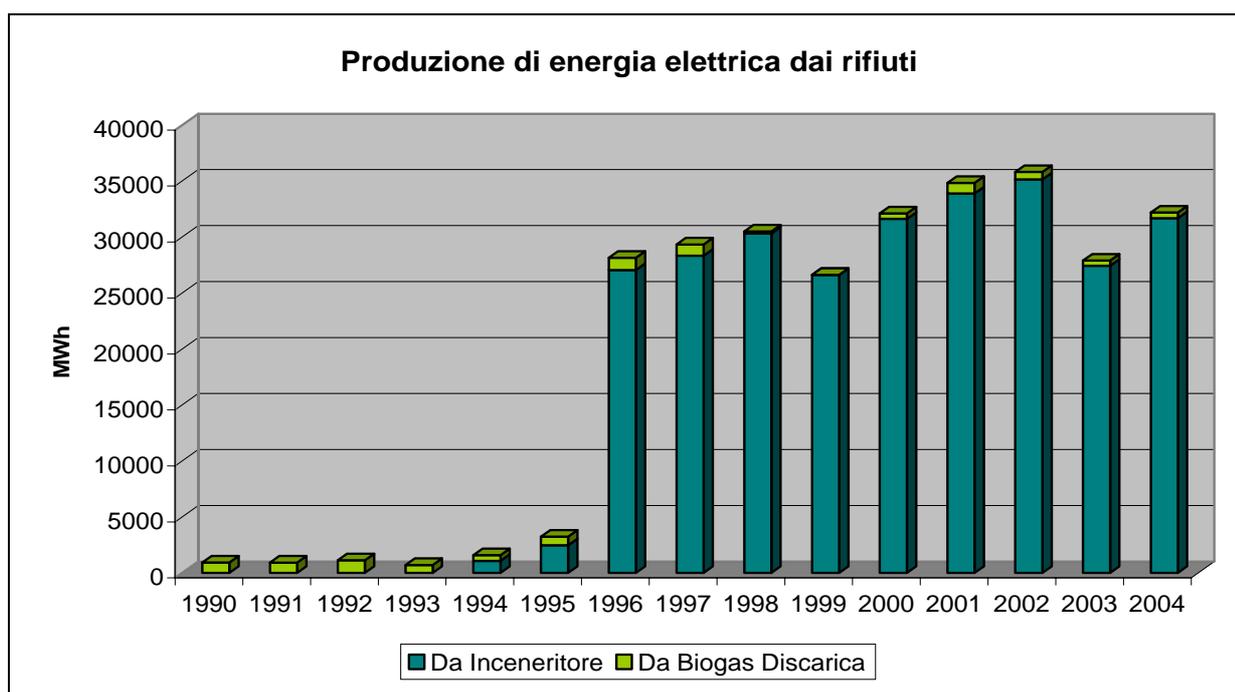
Produzione di energia	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Inceneritore	0	0	0	0	1.079	2.469	27.061	28.333
Biogas Discarica via Caruso	928	926	1.129	710	508	764	1.091	1.005
Totale	928	926	1.129	710	1.587	3.233	28.152	29.338

(*) Impianto di captazione e recupero biogas fermo per potenziamento e manutenzione

Produzione di energia	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Inceneritore	30.319	26.618	31.625	33.907	35.153	27.433	31.690
Biogas Discarica via Caruso	187	(*)	489	936	659	470	505
Totale	30.506	26.618	32.114	34.843	35.812	27.903	32.195

Dai dati sopra riportati si evidenzia il netto incremento di energia elettrica prodotta dall'inceneritore che ha raggiunto un picco di 35.000 MWh nell'anno 2002 e che mediamente si attesta su valori superiori a 30.000 MWh/anno. Dell'energia complessivamente prodotta, una percentuale compresa tra il 2% e il 6% viene utilizzata per consumi interne, mentre la restante parte viene ceduta alla rete ENEL. Il progetto di ampliamento dell'impianto di incenerimento (si veda paragrafo 3.9.4) consentirà un significativo incremento dell'energia elettrica prodotta dalla combustione dei rifiuti, nonché la produzione di una quantità di energia termica tale da potere alimentare un sistema di teleriscaldamento nei periodi invernali.

L'efficienza energetica connessa alla combustione dei rifiuti si attesta su valori compresi tra 0,27 e 0,30 MWh/t, ovvero per ogni tonnellata di rifiuti vengono prodotti circa 300 kWh di energia elettrica.



3.9.3 Interventi per la gestione sostenibile dei rifiuti

I dati riportati ai paragrafi precedenti evidenziano come la produzione dei rifiuti urbani sia in costante aumento negli ultimi anni. Se si considera che ad essa è correlato un consumo di risorse e di energia per il sistema di raccolta e gestione dei rifiuti stessi, risulta evidente l'esigenza di progettare azioni per la riduzione della produzione assoluta di rifiuti urbani (da perseguire anche attraverso iniziative di livello locale, per esempio nei confronti del sistema della grande distribuzione, sollecitando l'impegno per diverse modalità di offerta dei beni al consumo, e per l'incentivazione di forme di "vuoto a rendere") e per l'incentivazione del riciclaggio dei rifiuti. Il riutilizzo dei rifiuti per la produzione di altri beni, infatti, porta ad un bilancio positivo sia in termini energetici che di emissione di gas climalteranti, poiché per produrre il medesimo bene non vi è la necessità di impiegare nuova materia prima (vetro, carta, legno, alluminio, etc.), con i costi ambientali ed energetici che ne conseguono, bensì vi è la possibilità di reimpiegare i medesimi materiali. In tal modo è possibile risparmiare l'energia e la relativa emissione di CO₂ che si sarebbe resa necessaria per l'estrazione e la produzione della materia prima grezza.

Sul fronte della gestione dei rifiuti risulta evidente l'importanza del contributo dell'inceneritore come principale forma di smaltimento dei rifiuti, che consente la produzione di un quantitativo di energia che, seppure modesto rispetto al consumo complessivo, permette il soddisfacimento di circa il 3% del fabbisogno comunale. Tale linea di indirizzo nella gestione dei rifiuti, come valida alternativa alla discarica viene tuttora perseguita nelle politiche provinciali e comunali grazie anche al progetto di raddoppiamento della linea di termocombustione dei rifiuti, che porterà ad un significativo incremento nella produzione di energia elettrica ed un'ulteriore riduzione del quantitativo di rifiuti conferiti in discarica, nonché della CO₂ emessa (per maggiori approfondimenti si veda il paragrafo successivo).

Vengono di seguito riportate alcune proposte funzionali che possono trovare applicazione nel Comune di Modena, al fine ridurre i consumi energetici connessi alla gestione dei rifiuti urbani:

- riduzione della produzione di rifiuti, con particolare riferimento agli imballaggi, attraverso la promozione di iniziative rivolte al sistema della grande distribuzione, volte alla promozione di diverse modalità di offerta dei beni di consumo che portino a privilegiare le forme di "vuoto a rendere" rispetto all'"usa e getta";

- estensione della raccolta differenziata alla circoscrizione 1, ovvero al territorio del centro storico, anche attraverso il sistema “porta a porta” per ridurre l’impatto visivo dei cassonetti;
- estensione della raccolta dell’organico all’intero territorio comunale al fine di recuperare la parte umida prodotta dai cittadini e dalla ristorazione;
- ampliamento dell’impianto di incenerimento tale da garantire un incremento dell’energia elettrica e termica prodotta dalla termodistruzione dei rifiuti;
- realizzazione di campagne di educazione ambientale volte alla promozione della raccolta differenziata nelle scuole, alle famiglie ed agli esercizi commerciali ed industriali;
- incentivi economici ai cittadini che applicano la raccolta differenziata da potersi attuare nel passaggio da tassa a tariffa;
- sostituzione dell’attuale parco veicolare per la raccolta dei rifiuti con mezzi a minore impatto alimentato con combustibili alternativi quali gasolio bianco, metano, GPL od elettricità.

3.9.4 Il progetto di ampliamento dell’impianto di termodistruzione di rifiuti

In relazione a quanto previsto dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti ed alle strategie di recupero energetico dai rifiuti intraprese dal Comune di Modena, si è proceduto attraverso il progettato di ampliamento dell’attuale impianto di termodistruzione dei rifiuti con lo scopo di incrementarne la potenzialità di trattamento ed la relativa produzione energetica. In particolare, il progetto di adeguamento dell’impianto, per il quale è stata conclusa con successo al termine dell’anno 2004 la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (come previsto dalla Legge regionale 9/1999), prevede l’incremento delle potenzialità di trattamento dei rifiuti da parte dell’impianto stesso, al fine di permettere la termocombustione della parte non recuperabile dei rifiuti urbani prodotti dall’intero territorio Provinciale, stimata in 240.000 t/anno, come previsto dal Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti.

Il progetto prevede pertanto il potenziamento dell’inceneritore per portarlo dall’attuale capacità di trattamento rifiuti di 120.000 t/anno ad una **capacità di 240.000 t/anno**, attraverso la costruzione di una nuova linea di combustione (4^a linea con forno a griglia da 22,36 t/h) che garantisce inoltre un incremento della produzione di energia. All’ampliamento dell’impianto è inoltre connesso l’adeguamento degli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera, al fine di ottemperare ai limiti previsti dalla legislazione vigente in materia di qualità dell’aria. Nella tabella successiva è possibile valutare nel dettaglio la variazione delle caratteristiche dell’impianto prima e dopo l’adeguamento.

Caratteristiche tecniche dell’impianto	Impianto attuale (dati 2002)	Impianto adeguato
Capacità complessiva di smaltimento annua (t/anno)	120.000	240.000
Capacità complessiva di smaltimento giornaliera (t/giorno)	365	825
Produzione di scorie (t/giorno)	100	200
Produzione di polveri (t/giorno)	7	20
Potenza nominale del turboalternatore (MW)	6,2	32
Potenza termica nominale per teleriscaldamento (MW)		44
Rifiuti urbani trattati (t/anno)	110.348	180.793
Rifiuti speciali assimilabili trattati (t/anno)	3.190	54.207
Rifiuti ospedalieri trattati (t/anno)	4.965	5.000
Rifiuti totali trattati (t/anno)	118.503	240.000

La potenza nominale dell'impianto sarà pari a circa 270.000 t/anno, calcolata considerando il contemporaneo utilizzo massimo di tutte e 4 le linee di combustione previste nella nuova configurazione impiantistica, anche se la potenzialità di effettivo funzionamento sarà pari a circa 240.00 t/anno poiché potranno essere impiegate al massimo 3 linee contemporaneamente. Come evidenziato nella tabella precedente, il nuovo impianto, per il quale è prevista la realizzazione entro il 2007, permetterà sia un incremento dell'attuale produzione di energia elettrica, sia il recupero di energia termica che, tramite la realizzazione di una rete di teleriscaldamento, potrà essere utilizzata da utenze civili ed industriali della città.

Dal punto di vista energetico, lo studio di impatto ambientale relativo all'adeguamento del termovalorizzatore evidenzia come rispetto all'attuale potenziale produttivo pari a 35.135 MWh/a (di cui 12.587 MWh/a impiegati per il funzionamento dell'impianto), l'ampliamento dell'impianto consentirà una **produzione di energia elettrica pari a 202.392 MWh/a** (di cui 30.000 MWh/a impiegati per il funzionamento dell'impianto), con un incremento del 476%, tale da soddisfare il fabbisogno di oltre il 20% dell'energia elettrica richiesta dalla comunità modenese. Tale incremento, che non risulta proporzionale all'aumento del potenziale di incenerimento dell'impianto, è giustificato dall'impiego di tecnologie che consentono di ottenere un incremento del rendimento energetico dell'impianto tale da consentire di passare dagli attuali 0,297 MWh prodotti per tonnellata di rifiuto incenerito a 0,744 MWh/t nella situazione futura (con un incremento del 151%). Il risparmio energetico netto dell'impianto di termodistruzione aumenta di circa 34.500 TEP (ovvero di oltre il 660%) passando dai circa 5.200 TEP della situazione attuale ai circa 39.700 TEP della situazione futura. Pertanto, utilizzando l'energia contenuta nei rifiuti smaltiti, l'impianto futuro sarà in grado di produrre un quantitativo annuo di energia pari a quella che si sarebbe ottenuta bruciando 39.700 tonnellate di petrolio (che si ricorda rappresentare una fonte energetica non rinnovabile).

In relazione alla contestuale produzione di energia elettrica e termica da parte dell'impianto di incenerimento, in seguito all'ampliamento dello stesso, si evidenzia la possibilità di predisporre l'alimentazione all'interno di una **rete di teleriscaldamento**, al fine di potere fornire calore ad alcune zone della città, sostituendo le attuali caldaie autonome presenti nei vari edifici, con notevoli risparmi economici ed ambientali. In particolare la realizzazione di tale rete permetterebbe un'ulteriore riduzione dei quantitativi di emissioni di CO₂ da parte della comunità modenese, la riduzione dei consumi di fonti energetiche non rinnovabili, ovvero di combustibili fossili come il metano per il riscaldamento degli edifici, la riduzione delle emissioni inquinanti che sarebbero generate dai singoli impianti termici utilizzati per il riscaldamento degli edifici nelle zone raggiunte dal teleriscaldamento. In particolare, lo studio di impatto ambientale condotto da Meta per l'ampliamento dell'impianto di incenerimento stima una riduzione della produzione di inquinanti, nelle zone servite dal teleriscaldamento, quantificate in una minore emissione su base annua di 3.300 Kg di monossido di carbonio, 15.600 Kg di ossidi di azoto e 700 Kg di polveri. Lo studio di impatto ambientale sopra citato, inoltre, evidenzia una potenzialità di 90.400 MWh_t/anno e suggerisce il convogliamento di tale energia in una rete di teleriscaldamento da realizzarsi in due fasi successive alla messa in esercizio della nuova linea di termocombustione. Nella prima fase sarebbe prevista l'alimentazione delle utenze pubbliche limitrofe all'impianto (sede Meta, Accademia militare, sede dell'ex Ospedale S. Agostino, Palazzo dei Musei, alcune scuole, uffici comunali, le piscine Dogali, il supermercato Conad di via Soratore, ecc.), del quartiere giardino e del centro storico; nella seconda fase si prevede l'ampliamento verso la zona est di Modena della rete già approntata nella prima fase al fine di alimentare, integrando in un unico sistema le caldaie già esistenti, le utenze del Policlinico, della zona universitaria di via Campi, della zona commerciale e del Palasport di via Divisione Acqui. Al fine di una valutazione più approfondita delle aree verso le quali potrebbe indirizzarsi una rete di teleriscaldamento si rimanda al capitolo 7.

Per quanto concerne le emissioni di gas serra prodotte in seguito al progetto di ampliamento dell'impianto di incenerimento, occorre eseguire un bilancio che tenga conto sia delle emissioni di CO₂ prodotte dalla combustione dei rifiuti, sia delle mancate emissioni di gas climalteranti che si sarebbero avute scegliendo come forma di smaltimento la discarica. Nella seguente tabella sono riassunte e quantificate le osservazioni svolte, che evidenziano un saldo negativo, ovvero una riduzione delle emissioni complessive di CO₂.

Fonte di emissione	Fattore di emissione	CO ₂ equivalente (t/a)
Emissione di CO₂ dalla Combustione dei rifiuti	0,52	+124.800
Emissione di gas serra evitate (in relazione allo smaltimento dei rifiuti in discarica, la cui degradazione avrebbe comportato emissione di biogas convogliate e bruciate in torcia con la relativa produzione di gas climalteranti)	0,82	-196.800
Totale	/	-72.000

In tale analisi non è stata considerata l'ulteriore riduzione di emissione di gas climalteranti che sarà possibile ottenere in seguito alla realizzazione dell'impianto di teleriscaldamento, grazie alla sostituzione delle attuali caldaie autonome, in grado di produrre emissioni di gas climalteranti. E comunque possibile evidenziare come il solo recupero energetico attraverso la produzione di energia elettrica dalla combustione dei rifiuti porti ad una minore emissione di 72000 t/a di anidride carbonica, consentendo una riduzione dell'effetto serra come previsto dagli obiettivi del protocollo di Kyoto.

3.10 IL RISPARMIO ENERGETICO NELLE SCUOLE

Il parco impianti del Comune di Modena, può essere suddiviso più semplicemente in diversi settori:

- Scuole
- Strutture sportive
- Strutture culturali
- Strutture Sociali
- Uffici Comunali
- Illuminazione Pubblica
- Restanti utenze

Al fine di individuare il Settore più critico e poter così delineare delle priorità d'intervento, può essere interessante non solo valutare i pesi dei Settori sulla globalità dei consumi di rete, ma anche, e meglio, analizzarli suddividendoli per le differenti filiere (quali elettricità, gas, acqua e riscaldamento) osservando possibilmente le variazioni delle proporzioni nell'arco di alcuni anni.

Nel caso del Comune di Modena possiamo considerare i due fattori di costo principali come riscaldamento ed energia elettrica:

Grafico 3.10.1 - Ripartizione dei consumi en.elettrica, acqua e gas anno 2004

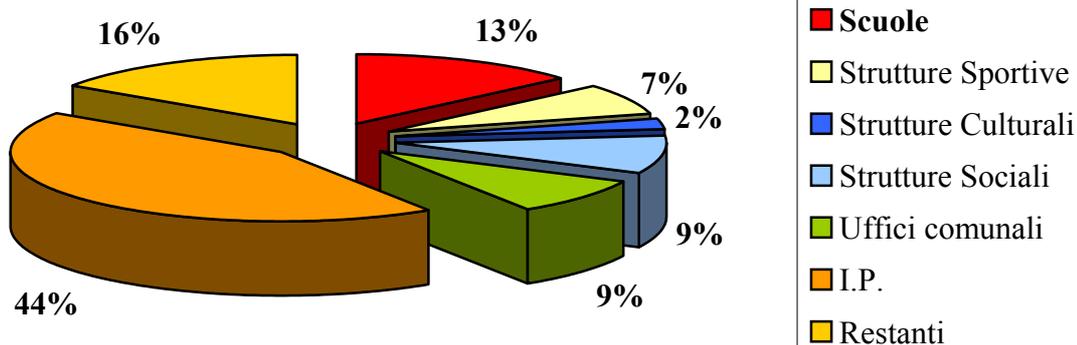
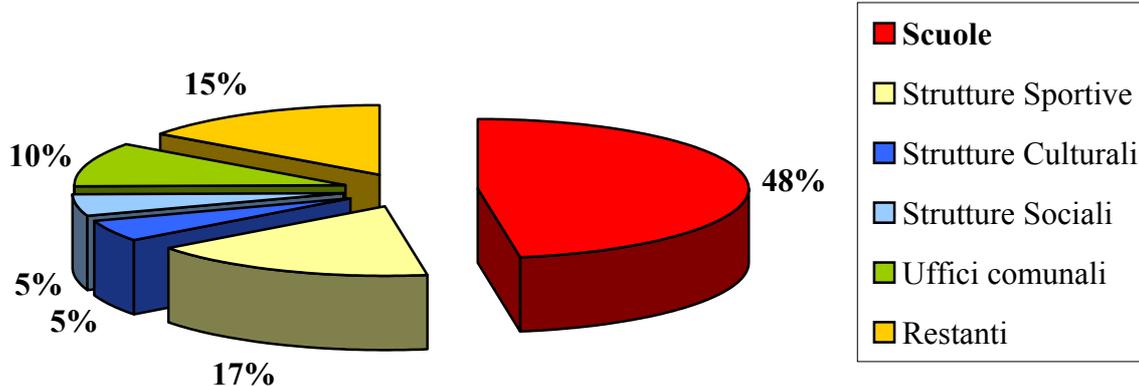


Grafico 3.10.2 - Ripartizione consumi riscaldamento - anno 2004



Tali analisi evidenziano come in effetti il comparto scolastico risulti, tra tutti i Settori del Comune di Modena, quello più energivoro e di conseguenza quello di maggior interesse al fine del risparmio energetico.

Con tali premesse, con Delibera della Giunta Comunale n. 3721 del 28.12.1992 è stato approvato il Progetto Operativo Ambientale “*Risparmio e recupero energetico nella gestione del patrimonio edilizio/impiantistico del Comune di Modena*”. In tale documento si evidenziava che:

- le strutture scolastiche risultavano un comparto tale da presentare elevati margini di risparmio energetico;
- ad integrazione degli interventi impiantistici mirati alla conservazione dell’energia, si evidenziano come le modalità di gestione delle strutture rappresentassero un fattore qualificante per il successo delle iniziative di riduzione delle spese energetiche con particolare riferimento agli oneri per la climatizzazione invernale;
- in tale ambito, assumevano particolare efficacia lo strumento della budgettizzazione delle spese energetiche ed il coinvolgimento degli operatori didattici come degli studenti in un percorso di sviluppo della sensibilità alle problematiche della conservazione dell’energia concretizzato nella struttura scolastica in uso;

Si è ritenuto, quindi, che lo strumento dell’Accordo Volontario tra il Responsabile della Scuola ed il Comune di Modena rappresentasse il modo più efficace per il raggiungimento degli obiettivi delineati nel Progetto Operativo succitato attraverso la condivisione degli interessi dei soggetti sottoscrittori nell’ottica dell’utilizzo ottimale delle risorse finanziarie a disposizione delle parti come nel perseguimento degli obiettivi condivisi di protezione dell’Ambiente attraverso un uso razionale delle risorse energetiche.

A partire dal 2001 viene quindi stabilito il seguente accordo volontario:

- i sottoscrittori dell’accordo volontario si impegnano sotto la propria responsabilità per un rapporto basato sul risparmio delle risorse energetiche e, comunque, per un utilizzo rispettoso delle risorse naturali ai fini dell’ottenimento di un ambiente degno di essere vissuto. Decidono quindi in accordo di intraprendere una serie di azioni finalizzate all’abbassamento del fabbisogno energetico presso la propria struttura scolastica;
- la scuola si impegna, attraverso i propri insegnanti e altro personale, sia durante le lezioni e i gruppi di lavoro, sia in altre attività, di educare gli utenti dell’edificio scolastico ad un utilizzo parsimonioso dell’energia evidenziando ed attivando procedure ed azioni mirate al raggiungimento di tale obiettivo;
- il Comune di Modena, verifica la validità e l’efficacia di eventuali proposte sviluppate dalla scuola e si impegna attraverso proprio personale ovvero altri soggetti individuati, a fornire alla scuola materiale e/o supporto tecnico e informativo per lo sviluppo dei progetti presentati.

Viene stabilito, quale valore di riferimento per il rilevamento del risparmio, il consumo per il periodo di riscaldamento della media dei cinque anni precedenti l’anno scolastico in esame. Il consumo medio annuo, per l’utilizzo della scuola e dei suoi edifici si riferisce all’energia per il riscaldamento ed all’energia elettrica. Relativamente al riscaldamento, il valore risulta normalizzato rispetto ai parametri climatici attraverso l’utilizzo del valore dei Gradi Giorno effettivamente misurati nella stagione termica quale valore di riferimento.

Generalmente nel mese di settembre vengono calcolati i risparmi relativi all’anno scolastico precedente. Il risparmio energetico viene calcolato sulla base dei consumi energetici effettivamente realizzati e valorizzati secondo i prezzi della energia utilizzata alla data di riferimento. I valori di consumo energetico degli edifici sono pertanto calcolati in base al rapporto tra il valore attuale delle misurazioni ed il valore di riferimento sopra indicato. Nel caso di variazioni apportate

all'edificio o sostanziali cambiamenti nell'utilizzo, il valori di rapporto subiranno le relative correzioni.

Il risparmio energetico ottenuto viene trasformato in risorse economiche risparmiate dalla scuola e ripartite nel seguente modo:

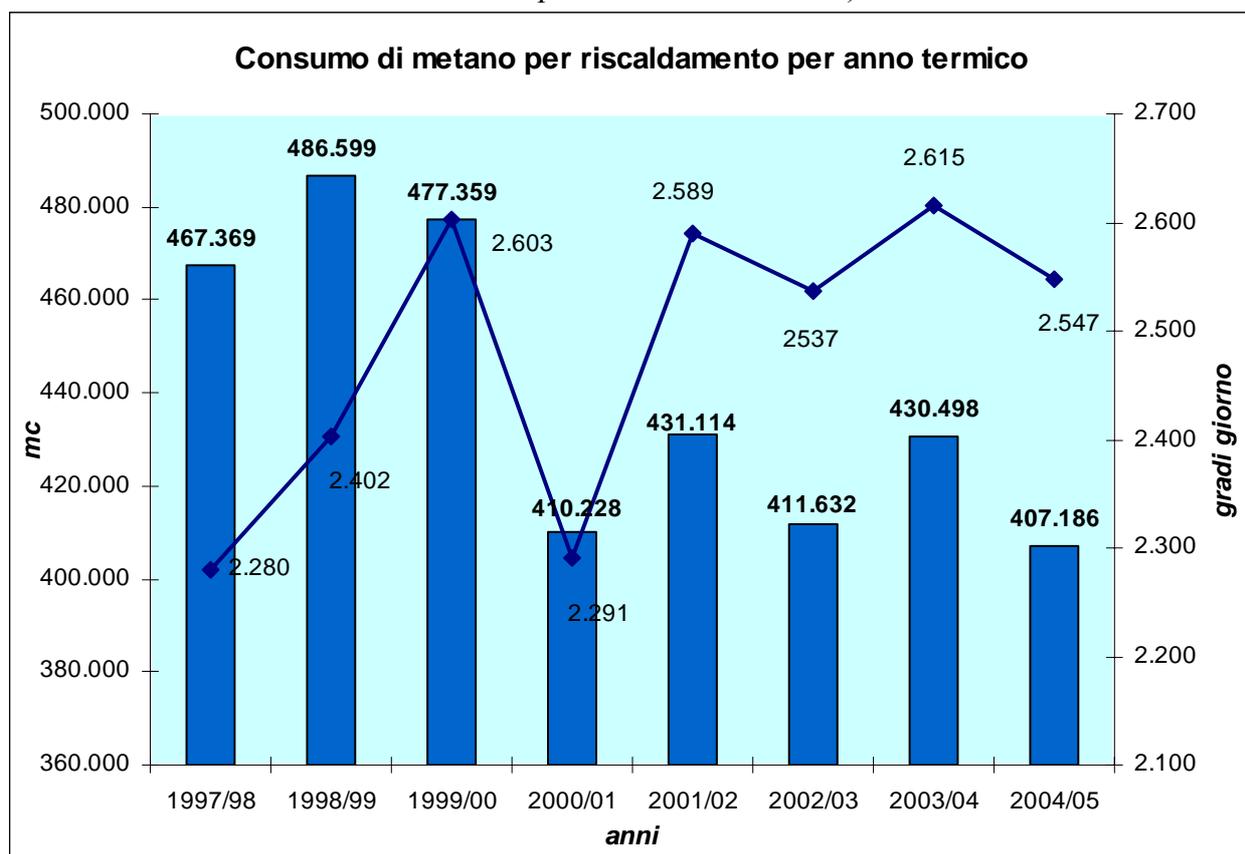
- Più energia alla scuola : 50% a disposizione della scuola per acquisto di materiale e strumenti didattici.
- Più energia alla città :50% vincolate ad interventi di risparmio energetico.

3.10.1 Risultati

Le scuole che al termine dell'anno scolastico 2004-2005 fanno parte dell'Accordo Volontario sopraccitato sono 9 in totale, di cui 7 scuole elementari e 2 scuole medie statali.

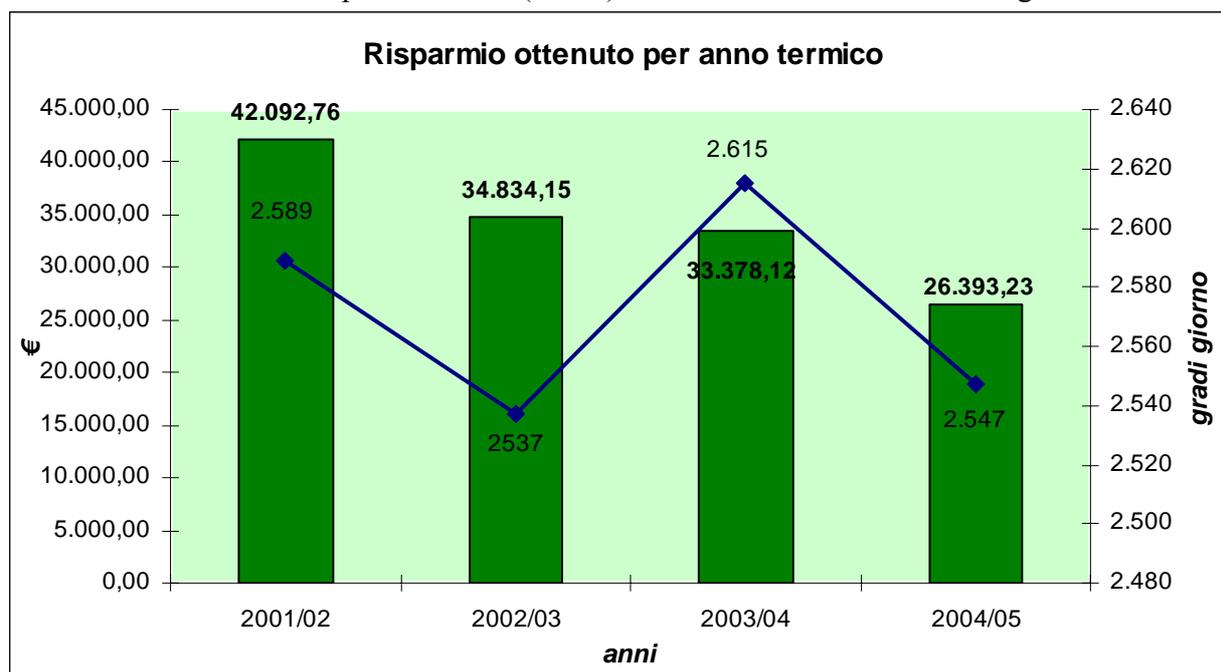
Nel corso dei quattro anni del Patto Volontario si sono ottenuti risultati di rilievo per quel che riguarda il risparmio energetico, come meglio illustrato nel Grafico 3.10.3.

Grafico 3.10.3 - Consumi totali delle scuole aderenti al Patto Volontario prima dell'accordo (1997-2001 e dopo l'accordo 2001-2005)



A fronte di tali consumi, sono state elargite alle singole scuole risorse economiche tali da favorire lo sviluppo di nuovi progetti sia rivolti al risparmio energetico stesso che allo Sviluppo Sostenibile più in generale.

Tali risorse vengono riportate nel Grafico 3.10.4, intendendo la totalità della somma risparmiata, che, come detto precedentemente, va intesa suddivisa al 50% tra i due sottoscrittori dell'Accordo (Istituto scolastico e Comune di Modena).

Grafico 3.10.4 - Risparmio totale (100%) sui consumi di metano ed energia elettrica

3.10.2 Obiettivi futuri

Con l'avvio del nuovo anno scolastico 2005-2006, l'Amministrazione comunale si ripropone di stilare, in accordo con le Direzioni Didattiche coinvolte e i Presidi delle scuole Medie statali, una nuova versione dell'Accordo Volontario in questione, al fine di ottemperare nel migliore dei modi agli obiettivi di risparmio e recupero energetico di questo Piano Energetico Comunale e di poter aggiungere nuovi Istituti scolastici a questo progetto. In particolare l'Amministrazione comunale si ripropone di aggiungere e migliorare gli aspetti legati all'utilizzo dell'energie rinnovabili, quali pannelli fotovoltaici e solare termico, che negli ultimi anni hanno caratterizzato particolarmente le strutture scolastiche. Tali strutture, anche per il loro carattere energivoro, come specificato precedentemente, saranno oggetto di studi e sperimentazioni di tecnologie innovative anche nei prossimi anni, al fine di un maggiore risparmio energetico.

3.10.3 Agenda 21 e la scuola

Nell'ambito del processo di Agenda 21, di cui Modena è promotrice ormai da diversi anni, è nato un percorso particolare rivolto alla Scuola: l'Amministrazione comunale di Modena e i dirigenti scolastici del Comune di Modena hanno dato vita ad un Protocollo d'intesa, denominato Patto per la Scuola, finalizzato a favorire, tra l'altro: *“la progettualità...la messa in rete...la realizzazione di un processo formativo integrato...l'attenzione ai tempi ed ai luoghi fisici e mentali in cui la città e la scuola reciprocamente si articolano...”*.

Si è convenuto che l'Accordo volontario tra il Responsabile della Scuola ed il Comune di Modena rappresentasse il modo più efficace per il raggiungimento degli obiettivi delineati negli atti e nei progetti specifici, attraverso la condivisione degli interessi dei soggetti sottoscrittori nell'ottica dell'utilizzo ottimale delle risorse finanziarie a disposizione delle parti, come nel perseguimento degli obiettivi condivisi di protezione ambientale.

I sottoscrittori dell'accordo si impegnano sotto la propria responsabilità a promuovere progetti e processi di Educazione allo sviluppo sostenibile all'interno delle scuole modenesi, compresi all'interno di un sistema complessivo di riferimento denominato A21scuola, condotti con metodi A21L e quindi basati su processi di partecipazione e condivisione dei problemi e delle soluzioni.

In ambito energetico diversi sono i progetti proposti; si riportano di seguito quelli ritenuti di maggiore rilevanza:

Scuola	Anno di riferimento	Classi coinvolte	progetto in ambito energetico
Scuola elementare Giovanni XXIII	2004-2005	Classi 5°	<i>Di quanta energia abbiamo bisogno?</i>
Scuola Media Carducci	2003-2004	Tutte le classi	<i>Sensibilizzazione ad un uso corretto dell'energia: se la conosci la risparmi</i>
Sede "Ferraris" Sede "Ferraris"	2003-2004	24 classi (tutte) 24 classi e tutto il personale della scuola	1- <i>Agenda 21 junior</i> 2- <i>Dividi e risparmia</i>
Scuola Media Ferraris	2005-2006	Tutte le classi	<i>Dividi e risparmia</i>
Scuola Media Ferraris	2005-2006	Tutte le classi	<i>Energia amica</i>
Scuola Media Carducci		Tutte le classi	<i>R....come risparmio: energia e rifiuti</i>

E' da sottolineare che, per quanto le scuole superiori non siano di "competenza" del Comune di Modena, diverse sono le iniziative promosse dall'Agenda21 Scuola che coinvolgono gli Istituti scolastici superiori. Tra questi di particolare interesse sono i Progetti energetici, principalmente legati al calcolo dell'Impronta Ecologica che coinvolgono:

- 3° Circolo Didattico;
- 9° Circolo Didattico;
- ITICS Jacopo Barozzi;
- ITIP Enrico Fermi;
- ITIS Corni;
- Scuola Media Ferrarsi;
- Scuola Media Paoli.

4 I CONSUMI ENERGETICI E LE EMISSIONI DEI GAS AD EFFETTO SERRA

A partire dalla Conferenza di Rio del 1992 fino al più recente Protocollo stilato a Kyoto nel dicembre 1997 ed entrato in vigore in Italia il 16 febbraio 2005, i paesi aderenti alle Nazioni Unite hanno approvato diversi impegni finalizzati al raggiungimento di un modello di sviluppo definito “Sostenibile”: in questo ambito la protezione dell’atmosfera terrestre e il controllo dei cambiamenti climatici in corso (attraverso il controllo dell’incremento dell’effetto serra) sono stati individuati come obiettivi prioritari.

4.1 IL FENOMENO DELL’EFFETTO SERRA

Il fenomeno del tutto naturale definito “effetto serra” si manifesta attraverso la penetrazione dell’energia radiante emessa dal sole all’interno dell’atmosfera terrestre. Questa viene in parte assorbita dalla superficie terrestre ed in parte riflessa verso l’alto sotto forma di radiazione infrarossa (infrarosso termico ad elevata lunghezza d’onda); una parte della radiazione infrarossa viene poi assorbita e nuovamente emessa verso la terra dalle molecole di alcuni gas presenti nell’atmosfera, rappresentati principalmente da vapore acqueo e anidride carbonica. La definizione di “effetto serra” deriva dall’analogia con le comuni serre, poiché i gas che ne sono responsabili giocano un ruolo paragonabile a quello svolto dai vetri di una serra (anche se in realtà il vetro della serra costituisce in più una barriera meccanica che impedisce all’aria riscaldata di disperdersi verso l’alto) che permettono l’incremento di temperatura all’interno dell’ambiente in esso racchiuso.

In condizioni normali l’atmosfera consente solo a una parte della radiazione infrarossa termica riemessa dalla terra di restare intrappolata nell’atmosfera, mentre la maggior parte di essa è in grado di fuoriuscirne. Tale fenomeno naturale risulta pertanto essenziale al fine di mantenere un corretto equilibrio termico sulla superficie del nostro pianeta, permettendo di mantenere la temperatura media naturale pari a circa 15°C (se non ci fosse tale effetto serra naturale, la temperatura media del pianeta sarebbe pari a -19°C). L’aumento dei gas serra nell’atmosfera comporta però un accumulo di energia termica ed il conseguente riscaldamento della superficie terrestre, producendo in questo modo una alterazione dei flussi di scambio termico tra la terra e l’atmosfera, situazione che perdurando può avere come conseguenza possibili mutamenti del clima con gravi e negative conseguenze di carattere globale (desertificazione e conseguente riduzione dei terreni agricoli e boschivi, scioglimento dei ghiacci polari e dei ghiacciai delle zone temperate, innalzamento del livello del mare, incremento degli eventi climatici estremi, variazione degli ecosistemi e riduzione della biodiversità, ecc.). Tale situazione risulta assai più grave se si considera che gli studi più recenti hanno dimostrato come questi cambiamenti climatici siano caratterizzati da incrementi della temperatura media del pianeta, che risultano però maggiormente significativi in prossimità delle zone polari, rispetto all’equatore, con conseguenze che risulta facile intuire. I cambiamenti climatici provocati dall’emissione antropica di gas ad effetto serra sono stati ampiamente studiati e quantificati dall’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che rappresenta l’organismo internazionale costituito nel 1988 dalle Nazioni Unite, e su di essi si è basato il complesso processo di negoziati che ha preso avvio nel 1992 con la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici che si è concretizzato nella definizione del Protocollo di Kyoto.

Una recente pubblicazione di ARPA Toscana ha evidenziato come gli anni '90 siano stati il decennio più caldo mai registrato ed i tre anni più caldi (1998, 2002 e 2003) si sono verificati nell’arco degli ultimi sei anni. Il tasso di riscaldamento globale è attualmente di almeno 0,2 °C per decennio. L’Europa, in particolare, si sta riscaldando più velocemente del resto del mondo poiché la temperatura si è alzata in media di 0,95 °C negli ultimi cento anni, e le previsioni riportate in tale

Il **metano** si forma naturalmente come decadimento del materiale organico e viene emesso nelle eruzioni vulcaniche, nonché in alcuni fenomeni geotermici di superficie. Anche in tal caso l'azione antropica risulta significativa, attraverso le attività agricole legate alla zootecnia, lo smaltimento dei rifiuti in discarica, la combustione di biomasse e di combustibili fossili. Occorre inoltre considerare le perdite generate durante le fasi di distribuzione di questo gas nelle reti di distribuzione agli utenti che contribuiscono alla dispersione in atmosfera del metano. Attualmente si stima che la concentrazione del metano sia di 1720 ppbv (parti per bilione in volume), più del doppio del valore pre-industriale, stimato a circa 800 ppbv. Il metano è inoltre caratterizzato da un potenziale effetto serra (GWP: Global Warming Potential) 21 volte superiore a quello dell'anidride carbonica.

Il **protossido di azoto** è prodotto naturalmente dagli oceani e dalle foreste pluviali, mentre nelle attività umane viene generato dall'industria chimica, dall'uso di alcuni fertilizzanti e da taluni processi di combustione. E' inoltre impiegato come propellente negli spray e come anestetico in chirurgia. La concentrazione atmosferica globale del protossido di azoto è di circa 310 ppbv, circa l'8% superiore al livello pre-industriale, che è stimato in 275 ppbv. Nonostante le emissioni di N₂O siano quantitativamente molto inferiori a quelle della CO₂, occorre ricordare che questo gas ha un potere di riscaldamento su una scala temporale di 100 anni ed un GWP 310 volte superiore a quello dell'anidride carbonica.

I **perfluorocarburi** (PFC) sono sottoprodotti della fusione dell'alluminio e dell'arricchimento dell'uranio e vengono anche prodotti per sostituire i CFC nella fabbricazione dei semiconduttori, come gas frigoriferi e come gas antincendio. Il loro GWP è mediamente pari a 7.000 volte quello dell'anidride carbonica.

I **composti alogenati** (CFC e HCFC) non sono presenti in natura, venendo prodotti dall'uomo ed utilizzati negli impianti di refrigerazione, come solventi, come propellenti negli spray e nella fabbricazione dei semiconduttori. Tali sostanze hanno un potere di riscaldamento in media 10.000 volte superiore a quello della CO₂ ed un tempo di permanenza in atmosfera molto maggiore di quello degli altri gas serra.

L'**esafluoruro di zolfo** (SF₆) è largamente impiegato nell'industria per isolare gli interruttori e le apparecchiature elettriche e per la fabbricazione di sistemi di raffreddamento dei cavi, ed il suo GWP è 23.900 volte superiore a quello della CO₂.

Tabella 4.1 - Valori del Global Warming Potential (GPW) per i principali gas serra

Gas serra	GWP ₁₀₀
anidride carbonica (CO ₂)	1
metano (CH ₄)	21
protossido d'Azoto (N ₂ O)	310
perfluorocarburi (PFC)	7.000
composti alogenati (CFC-HCFC)	7.300
esafluoruro di zolfo (SF ₆)	23.900

Come precedentemente indicato nell'analisi dei singoli gas serra, non tutte le sostanze presenti in atmosfera hanno la stessa incidenza nell'incremento dell'effetto serra, ed il contributo da essi fornito può essere sintetizzato nel fattore **GWP** (Global Warming Potential), che descrive l'effetto serra del gas paragonato a quello della CO₂ su di un determinato intervallo di tempo (ad es. 100 anni, nel qual caso ci si riferisce al GWP₁₀₀). I valori di GWP₁₀₀ dei principali gas serra sono

riassunti in tabella 4.1, dove è possibile notare come il peso dei singoli gas può variare a tal punto che risultano sufficienti scarse concentrazioni per rendere comunque rilevanti le conseguenze sull'effetto serra. Il contributo relativo al riscaldamento globale da parte dei diversi gas serra presenti nell'atmosfera, in funzione del loro GWP, descritto in tabella 4.2, evidenzia come l'anidride carbonica, nonostante sia caratterizzata da ridotti valori del GWP₁₀₀ risulti essere il gas che fornisce il maggior contributo all'effetto serra, in relazione ai quantitativi presenti in atmosfera assai superiori rispetto agli altri gas.

Tabella 4.2 - Contributo percentuale dei diversi gas serra presenti nell'atmosfera

Gas serra	Peso
anidride carbonica (CO ₂)	50%
protossido d'Azoto (N ₂ O)	16%
metano (CH ₄)	12%
Clorofluorocarburi (CFC, HCFC)	12%
Altri gas	10%
Totale	100%

4.2 IL PROTOCOLLO DI KYOTO

Il Protocollo di Kyoto, approvato dalla Terza Conferenza delle Parti (COP 3) dei paesi firmatari della Convenzione Internazionale sui cambiamenti climatici (UNFCCC), nella riunione del Dicembre 1997 a Kyoto in Giappone, è un atto esecutivo contenente le prime decisioni sulla attuazione degli impegni più urgenti relativamente alla riduzione delle emissioni di gas serra per la protezione del clima globale. **L'obiettivo fissato è una riduzione media del 5,2 % dei livelli delle principali emissioni antropogeniche di gas capaci di alterare l'effetto serra naturale del pianeta nel periodo 2008- 2012.** Per alcuni paesi è prevista una riduzione maggiore (8 % per l'Unione europea, 7 % per gli Stati Uniti, 6 % per il Giappone), nessun tipo di limitazione è stato previsto per i paesi in via di sviluppo perché, come era già stato discusso a Rio de Janeiro nel 1992, ciò potrebbe comportare un rallentamento dello sviluppo socio-economico, mentre altri paesi più virtuosi possono addirittura aumentare le loro emissioni, come la Norvegia fino all' 1%, l'Australia fino al 8 % e l'Islanda fino al 10 %. In particolare il Protocollo classifica come gas serra quelli di seguito descritti:

- ✓ **Biossido di carbonio (CO₂)**
- ✓ **Metano (CH₄)**
- ✓ **Protossido di Azoto (N₂O)**
- ✓ **Idrofluorocarburi (HCFC)**
- ✓ **Perfluorocarburi (PFC)**
- ✓ **Esafluoruro di zolfo (SF₆)**

L'anno di riferimento per la riduzione delle emissioni dei primi tre gas è il 1990, mentre per i rimanenti tre (che sono anche lesivi dell'ozono stratosferico e che per altri aspetti rientrano nel Protocollo di Montreal del 1987) è stato fissato al 1995.

Il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore grazie alla ratifica di almeno il 55% dei Paesi che l'hanno sottoscritto, condizione base imposta dal Protocollo stesso. I paesi dell'Unione Europea hanno

sottoscritto il Protocollo attraverso la decisione 2002/358/CE del Consiglio dell'Unione Europea in data 25 aprile 2002 e l'Italia l'ha ratificato a livello nazionale con la legge 120/2002 dell'1 giugno 2002. In seguito all'approvazione della Legge 120/02, i Ministri dell'Ambiente e delle Finanze hanno approvato nel Dicembre 2002 il "Piano Nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra. 2003-2010" (approvato dalla delibera CIPE n. 123 del 19.12.2002) che prevede l'obiettivo quantitativo di riduzione al 2012 di circa 52 Mt/a di CO₂ rispetto allo scenario tendenziale. Nella ripartizione degli obiettivi agli stati membri, il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea (Giugno 1998) ha assegnato infatti all'Italia l'obiettivo del 6,5% di riduzione delle emissioni serra entro il 2012. Le principali azioni da avviare al fine di conseguire gli obiettivi di riduzione delle emissioni descritti, indicate nello stesso Protocollo di Kyoto, sono le seguenti:

- ✓ promozione dell'efficienza energetica in tutti i settori;
- ✓ sviluppo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e delle tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni;
- ✓ protezione ed estensione delle foreste per l'assorbimento del carbonio;
- ✓ promozione dell'agricoltura sostenibile;
- ✓ limitazione e riduzione delle emissioni di metano dalle discariche di rifiuti e dagli altri settori energetici;
- ✓ misure fiscali appropriate per disincentivare le emissioni di gas serra.

4.2.1 Le emissioni di gas serra in Italia e gli impegni assunti all'interno del Protocollo di Kyoto

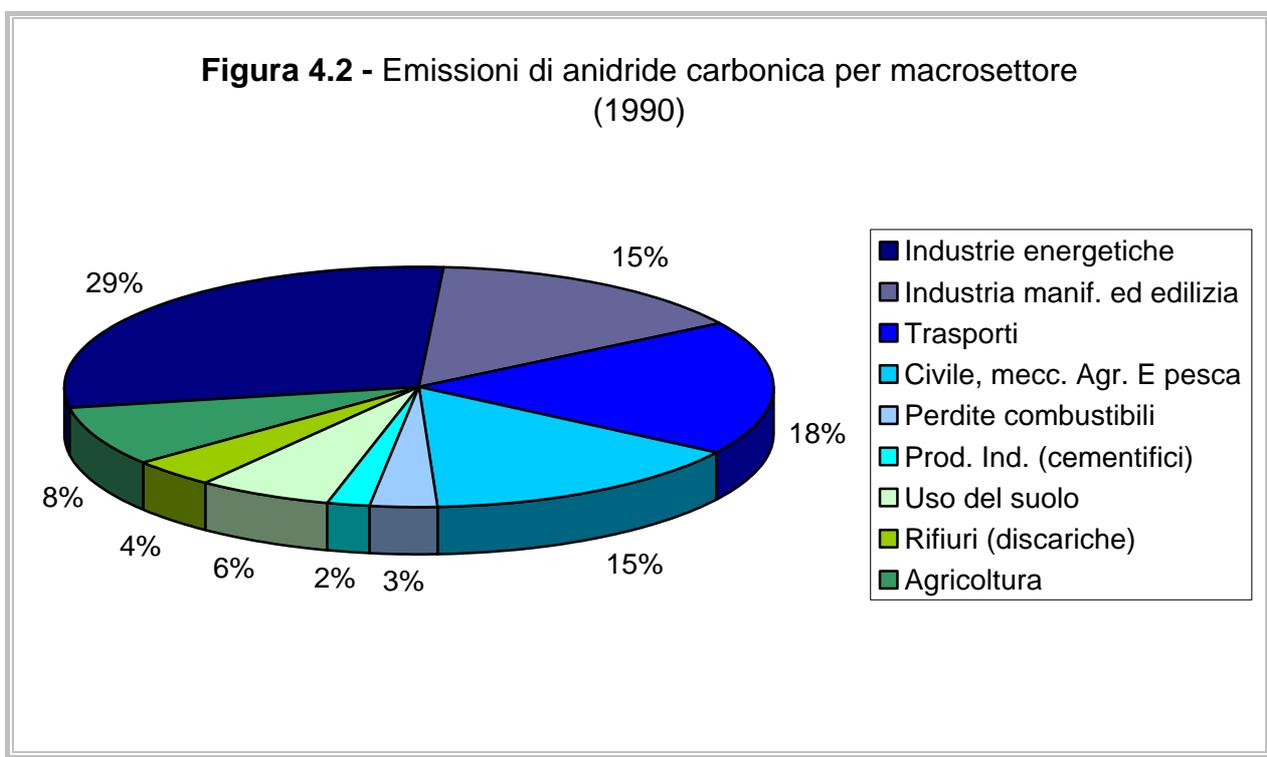
La valutazione della Comunità Europea sulle emissioni totali e pro-capite di anidride carbonica a livello mondiale nel 1990 evidenzia che l'Italia ha valori di emissioni tra i più bassi se confrontati con i paesi sviluppati. **L'Italia contribuisce alla emissione mondiale di anidride carbonica per 1,7%** ed un valore pro-capite valutato tra circa 7,9 t/a e 9,6 t/a (contro le 20 t/a di un cittadino USA e le 11 t/a di un cittadino tedesco). **In ambito comunitario l'Italia è responsabile di circa il 12 % del totale delle emissioni.** L'intensità energetica (TEP consumate per unità di PIL) ed i consumi di energia pro-capite dell'Italia sono i più bassi tra i sette paesi più industrializzati.

La distribuzione nazionale delle emissioni di gas climalteranti suddivise per macrosettore ed espresse in CO₂ equivalente su base annua, relativa all'inventario 1990 (anno di riferimento per la azione di controllo dei gas serra) è evidenziata in figura 4.2.

La decisione del Consiglio dei Ministri della Unione Europea del 17 giugno 1998, richiamata al capitolo precedente, **impegna l'Italia alla riduzione delle proprie emissioni di gas serra nella misura del 6,5% rispetto ai livelli del 1990** (corrispondente ad una riduzione effettiva di 100 milioni di tonnellate equivalenti di CO₂) **entro il periodo compreso fra il 2008 e il 2012**; ciò avverrà sulla base di un programma di riduzioni che dovrà essere attuato a partire dal 2002 e verificato annualmente dall' UE. Il CIPE, con deliberazione del 19 novembre 1998 "Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra" ha definito il piano degli obiettivi conseguibili al 2012, calcolando la potenzialità di ogni settore di intervento e individuando le azioni da avviare per ottenere una riduzione delle emissioni di anidride carbonica equivalente di un quantitativo stimato in un intervallo compreso tra 95 e 112 milioni di tonnellate come di seguito descritto:

- ✓ aumento di efficienza nel parco termoelettrico (riduzione di 20 – 23 Mt di CO₂);
- ✓ riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti (riduzione di 18 – 21 Mt di CO₂);
- ✓ produzione di energia da fonti rinnovabili (riduzione di 18 – 20 Mt di CO₂);
- ✓ riduzione dei consumi energetici nei settori industriale, abitativo, terziario (riduzione di 24 – 29 Mt di CO₂);

- ✓ riduzione delle emissioni nei settori non energetici (riduzione di 15 – 19 Mt di CO₂);
- ✓ assorbimento delle emissioni di CO₂ dalle foreste (riduzione di 0,7 Mt di CO₂).



4.3 IL BILANCIO DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA NEL COMUNE DI MODENA

La quantificazione delle emissioni di gas serra all'interno di un territorio può essere realizzata con due modalità distinte: attraverso il criterio geografico o con il criterio di responsabilità. Se il calcolo delle emissioni di gas serra considera tutte le emissioni relative a tutte le attività che si svolgono all'interno di un territorio, si compila un bilancio ispirato ad un **criterio geografico**. Il calcolo delle emissioni prodotte da un certo territorio tuttavia può essere eseguito non solo prendendo in considerazione quelle effettivamente generate all'interno dei suoi confini territoriali, ma anche quelle generate all'esterno di tale area, ovunque esse avvengano, purché riconducibili alle attività che vengono svolte nel territorio di partenza: il principio geografico viene cioè sostituito dal **principio di responsabilità**, basato sulla quantificazione delle emissioni che derivano dagli usi finali dell'energia attribuibili ad attività localizzate nell'area selezionata, sia che siano state prodotte all'interno dell'area stessa, sia oltre i suoi confini. L'esempio più evidente deriva dall'impiego sul territorio del Comune di Modena dell'energia elettrica, che viene prodotta per la maggior parte all'esterno del territorio comunale. Applicando il criterio geografico si andrebbe a sottostimare in maniera significativa la quantità di anidride carbonica prodotta dalla comunità modenese, non essendo presenti sul territorio comunale centrali termoelettriche per la produzione di energia. Con il criterio di responsabilità, invece, viene ad essere contabilizzata anche l'emissione connessa agli impieghi energetici che non vedono la produzione in loco, responsabilizzando la cittadinanza in relazione all'uso che essa fa dell'energia acquistata all'esterno. E' evidente che maggiore è la dimensione dell'area, più simili saranno i risultati a cui si perviene con le diverse metodologie di calcolo, fino a identificarsi a scala nazionale. Le emissioni prodotte all'esterno del territorio, riconducibili all'importazione di vettori energetici (elettricità) o all'esportazione di rifiuti, saranno considerate "emissioni a debito" da aggiungere alle emissioni locali, mentre l'esportazione di vettori energetici (assente all'interno del Comune di Modena) verso altri territori, o l'importazione

dei rifiuti (come avviene per l'impianto di incenerimento) comportano il considerare tali emissioni come "emissioni a credito", e pertanto da sottratte a quelle prodotte all'interno del territorio comunale. Si è pertanto deciso di applicare il principio di responsabilità, poiché formalmente ed eticamente più corretto, calcolando le emissioni totali di CO₂ generate sul territorio comunale come somma delle emissioni prodotte all'interno del territorio, più le emissioni a debito, meno le emissioni a credito.

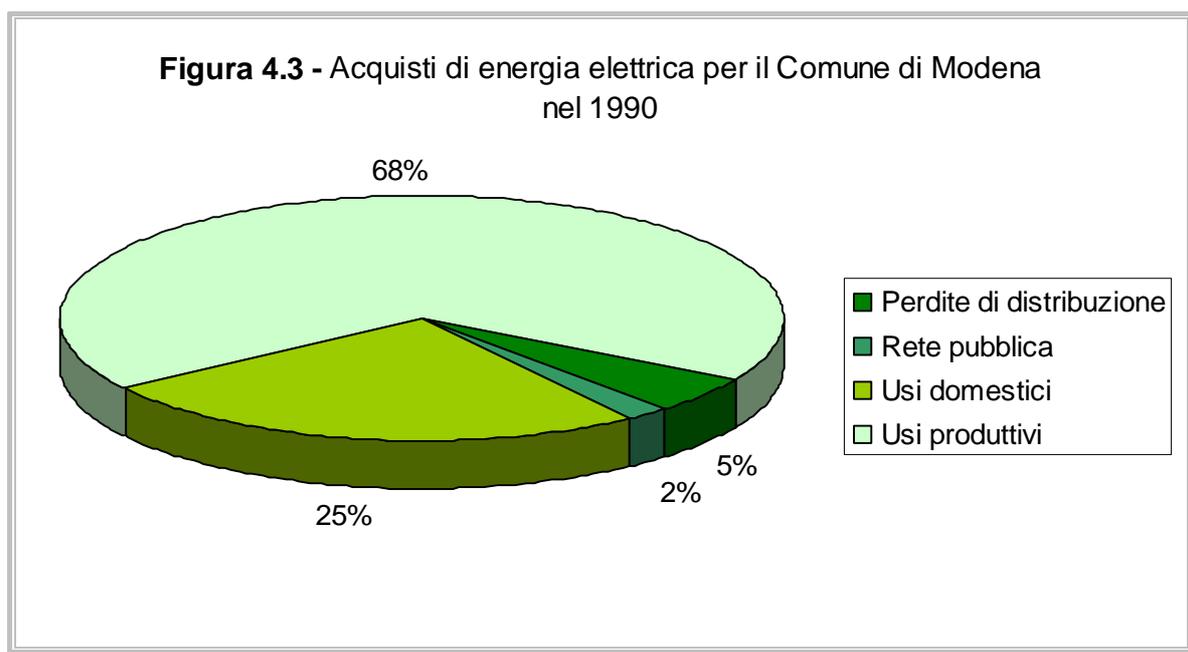
Nei paragrafi successivi verranno stimate le emissioni di gas climalteranti generate in relazione alle diversi fonti energetiche impiegate sul territorio comunale, con lo scopo di svolgere un bilancio dell'anidride carbonica equivalente emessa sul territorio comunale nel 1990 (anno di riferimento per il Protocollo di Kyoto) e nel 2000, al fine di valutarne l'evoluzione e confrontarlo con la situazione provinciale, regionale e nazionale, nonché con gli obiettivi del Protocollo di Kyoto. In particolare verranno presi in considerazione i tre principali gas responsabili dell'effetto serra (CO₂, N₂O, CH₄), ai quali concordemente si attribuisce il maggior contributo a questo fenomeno.

A questo scopo saranno valutate le attività in grado di incidere sulla produzione di gas climalteranti quali il sistema energetico (consumi relativi alle diverse fonti di energia utilizzate: elettricità, combustibili per riscaldamento ed autotrazione), le lavorazioni legate al mondo dell'agricoltura (coltivazioni e zootecnia), la gestione dei rifiuti solidi urbani, nonché quelle in grado di assorbire anidride carbonica, fondamentalmente connesse all'evoluzione del patrimonio boschivo e più in generale del verde pubblico. In relazione alla mancanza di una metodologia univoca per la quantificazione dell'anidride carbonica equivalente prodotta dalle varie attività considerate, per ognuna di esse verranno esplicitate le metodologie impiegate ed i fattori di produzione di CO₂ equivalente adottati che, per la maggioranza dei casi, risultano essere i medesimi valori utilizzati dalla Provincia di Modena nei propri bilanci annuali dell'effetto serra. E' stata scelta tale metodologia sia per permettere un confronto significativo con il dato provinciale, sia per la fondatezza del metodo adottato da tale ente.

4.3.1 Energia elettrica

Gli acquisti di energia elettrica per il Comune di Modena nel 1990 (dati META) sono stati pari a 628.583.000 kWh distribuiti come mostrato in figura 4.3. Risulta evidente come gli usi produttivi siano preponderanti rispetto agli altri, mentre le perdite di distribuzione e gli usi pubblici sia assai ridotti. Nell'anno 2000, l'energia elettrica acquistata da ENEL per il Comune di Modena e gestita da META è stata pari a 806.009.169 kWh con un incremento decennale pari al 28,2%, ovvero con un trend di crescita medio annuo pari al 2,5%, a fronte di una crescita provinciale della domanda di energia pari al 4% annuo.

Per la quantificazione delle emissioni di gas serra generate in seguito all'utilizzo di energia elettrica prodotta all'esterno del territorio comunale, ai consumi dell'anno 2000 occorre togliere i quantitativi di energia elettrica prodotta localmente dagli impianti di cogenerazione, termovalorizzazione dei rifiuti e discarica (che verranno considerate nei paragrafi successivi), poiché caratterizzati da coefficienti di emissione differenti. In particolare, l'energia complessiva prodotta dalle fonti rinnovabili descritte in precedenza ammontava nel 2000 a 36.971.512 kWh. Pertanto l'energia elettrica prodotta all'esterno del territorio comunale ed immessa sulla rete META ammontava al 2000 a 771.959.412 kWh.



Non essendo possibile stabilire da quali impianti provenga l'energia elettrica prelevata sul territorio del Comune, ai fini della valutazione delle quantità di gas emessi in atmosfera, si farà riferimento ai parametri medi rilevati dall'ENEL sui propri impianti. Le quantità di gas serra emessi durante il processo di produzione di energia elettrica, infatti, sono funzione della tecnologia impiantistica utilizzata e del combustibile bruciato. Per quanto riguarda questo aspetto e sulla base dei dati pubblicati dall'ENEL, è possibile rilevare un progressivo miglioramento delle condizioni di produzione, sostanzialmente dovuto all'incremento dell'uso del gas naturale in sostituzione di combustibili liquidi, più ricchi di carbonio, alla sostituzione degli impianti tradizionali a scarsa efficienza energetica con impianti realizzati con tecnologie a maggiore rendimento (quali ad esempio turbogas a ciclo combinato), nonché all'incremento di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Tali azioni hanno portato ad una progressiva riduzione delle quantità di CO₂ emesse in atmosfera per unità di energia elettrica prodotta che, secondo i dati forniti da ENEL, è pari ai seguenti valori medi:

Anno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
gCO ₂ /kWh	636	603	599	590	589	611	588	561	555	533	536

Rispetto a questi valori risulta necessario considerare che il trasporto dell'energia attraverso le reti fino alle centrali di smistamento di META comporta una serie di perdite valutabili complessivamente intorno al 15% dell'energia prodotta. Tenendo pertanto conto dei fattori sopra riportati, incrementati al fine di tenere conto della dispersione dell'energia elettrica durante il trasporto, è possibile riassumere i valori rilevati della quantità di energia prelevata (TEP = tonnellata equivalente petrolio) e quelli stimati della quantità di anidride carbonica emessa come conseguenza della domanda di energia elettrica sul territorio comunale, descritto nella tabella 4.3.

Nonostante nel periodo considerato l'incremento del consumo di energia elettrica sul territorio comunale sia stato pari al 22,8%, l'aumento delle emissioni di anidride carbonica si è attestato al 3,5%, grazie alla riduzione di anidride carbonica emessa per unità di energia prodotto dalle centrali elettriche ENEL.

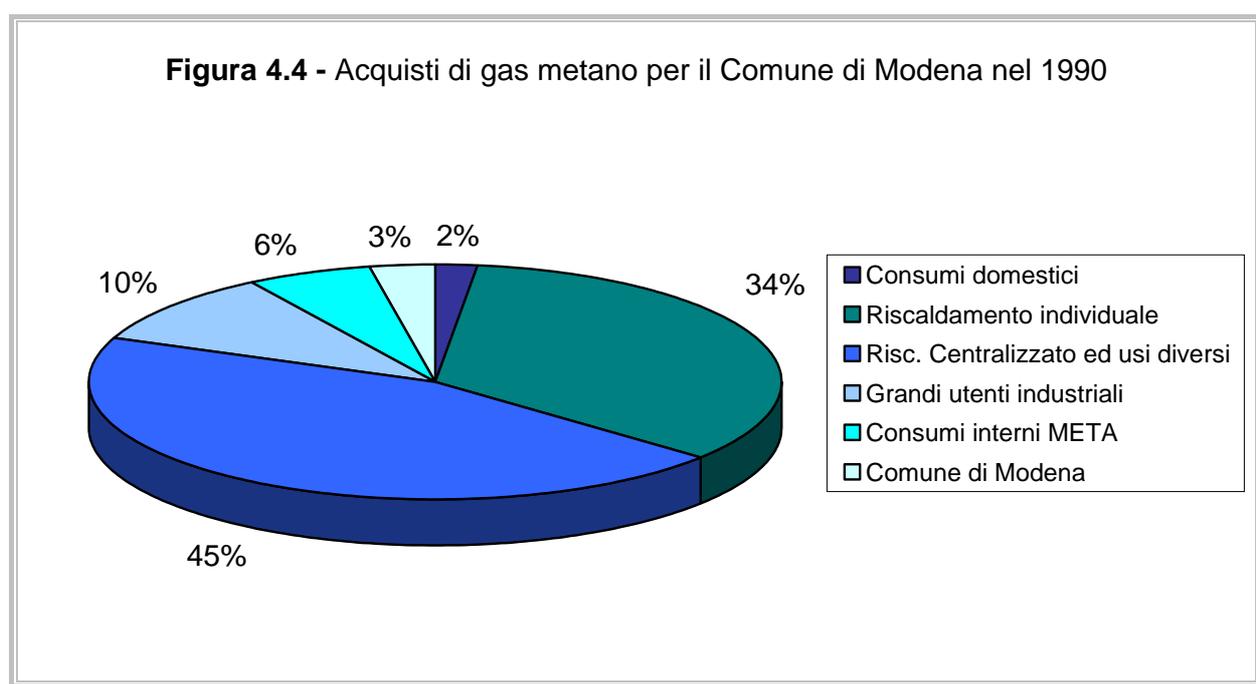
Tabella 4.3 – Variazione dei consumi elettrici e delle relative emissioni di anidride carbonica equivalente tra l'anno 1990 e 2000.

Anno	1990	2000
<i>kWh</i>	628.583.000	771.959.412
<i>TEP</i>	150.860	185.270
<i>ton CO₂ equivalente</i>	459.746	475.836
<i>Num abitanti</i>	177.501	176.965
<i>ton CO₂ equivalente procapite</i>	2,59	2,69

Se confrontato con i dati provinciali che vedono una produzione di CO₂ da impieghi di energia elettrica pari a 1.786.460 ton nel 1990 incrementate a 2.261.330 nel 2000, il comune di Modena ha contribuito per una quota pari al 25,7% nel 1990, ridotta al 21,0% nel 2000, proporzionalmente al minore incremento avuto nel consumo di energia elettrica descritto in precedenza. Nel 2000, mediamente, un cittadino modenese emetteva una quota di CO₂ equivalente dovuta ai consumi elettrici pari a 2,69 ton/anno contro la media provinciale che si attestava a 3,57 ton/anno.

4.3.2 Gas naturale (metano)

Gli acquisti di gas metano per il Comune di Modena nel 1990 (dati META) sono stati pari a 177.637.000 m³ (equivalenti a 1.704.076.000 kWh) distribuiti come in figura 4.4, dalla quale si evince che circa il 16% risultano ricollegati ad usi industriali/artigianali, il 79% ad usi di climatizzazione e il 5% per la cottura cibi ed altri usi. L'impegno di META (allora AMCM), attivata sin dagli anni '70 in un esteso programma di metanizzazione del Comune, ha fatto sì che nella città di Modena circa il 93% in potenza ed il 98% in numero degli impianti di riscaldamento siano già alimentati a gas naturale. Tale azione, dal punto di vista delle implicazioni ambientali, garantisce un apporto di sole 0,6 ton. C/TEP rispetto alle 0,85 ton. C/TEP dei prodotti petroliferi. Nell'anno 2000, il gas metano acquistato da META è stato pari a 184.122.602 m³ pari a 1.766.292.535 kWh, con un incremento pari a 3,7% ed un trend di crescita annuale del 0,36%.



Il fattore di emissione impiegato per la stima dell'anidride carbonica equivalente prodotta in seguito al consumo di metano tiene ovviamente conto sia della CO₂ generata nella fase di produzione (estrazione, distribuzione, etc.) che quella prodotta nella fase di consumo ovvero di combustione. Non bisogna sottovalutare il primo contributo poiché rappresenta una percentuale variabile tra il 20 e il 25% delle emissioni prodotte. Il fattore di conversione impiegato è quello pubblicato nel decreto attuativo della "decisione della Commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della direttiva 2003/87/CE" pari a 1966 g/mc: ovvero l'impiego di 1 mc di gas metano porta alla produzione di quasi 2 Kg di CO₂ equivalente. Sulla base dei dati sopra riportati connessi al consumo di gas naturale e del relativo fattore di conversione, si possono calcolare i quantitativi di CO₂ equivalente emessi nei rispettivi anni presi a riferimento, di seguito riportati.

Tabella 4.4 – Variazione dei consumi di gas naturale e delle relative emissioni di anidride carbonica equivalente tra l'anno 1990 e 2000⁷.

Anno	1990	2000
<i>Sm³</i>	177.637.000	184.122.602
<i>TEP</i>	145.662	150.981
<i>ton CO₂ equivalente</i>	349.234	361.985
<i>ton CO₂ equivalente procapite</i>	1,97	2,05

Rispetto al dato provinciale che evidenzia un'emissione di CO₂ da impieghi di gas naturale pari a 2.570.730 ton nel 1990 incrementate a 3.282.220 nel 2000, il comune di Modena ha contribuito per una quota pari al 13,6% nel 1990, ridotta al 11,0% nel 2000, proporzionalmente al minore incremento avuto nel consumo di metano descritto in precedenza. Nel 2000, mediamente, un cittadino modenese emetteva una quota di CO₂ equivalente dovuta ai consumi di gas naturale pari a 2,05 ton/anno contro la media provinciale di 5,19 ton/anno

Nella contabilizzazione delle emissioni di gas climalteranti derivanti dalla combustione del metano meritano particolare attenzione le esperienze di cogenerazione, ovvero produzione combinata di energia elettrica e calore, realizzate nel comune di Modena, che fanno riferimento a due centrali alimentate con motori endotermici a gas metano realizzate negli anni '90. La prima, attivata dal 1994 presso la piscina comunale Dogali, nell'anno 2000 ha prodotto 260.217 kWh elettrici e 537.690 kWh termici all'anno, a fronte di un consumo di 98.192 m³ di gas metano. La seconda, attivata dal 1996 presso la sede di M.E.T.A. e destinata a coprire le esigenze di climatizzazione invernale ed estiva tramite un gruppo ad assorbimento, nell'anno 2000 ha prodotto 1.676.220 kWh elettrici e circa 2.020.000 kWh termici, a fronte di un consumo di circa 600.000 mc di gas metano.

In tali condizioni le emissioni complessive degli impianti risultano di circa 1.370 ton di CO₂ (già considerate in tabella 4.4) mentre la produzione separata di tali energie avrebbe significato una emissione complessiva di circa 2.560 ton di CO₂, consentendo un risparmio netto di 1.190 ton di CO₂. Su questo valore pesa non poco la sostituzione netta della elettricità utilizzata per la climatizzazione estiva, ora effettuata tramite il calore di recupero dei motori.

⁷ I consumi di gas metano sono espressi in Sm³, ovvero in Standard metri cubi, unità di misura del volume in condizioni "standard", ossia alla pressione atmosferica e alla temperatura di 15°C

4.3.4 Impieghi energetici nel settore dei trasporti (combustibili per autotrazione)

Ai fini della quantificazione delle emissioni di CO₂ equivalente connessa all'impiego di combustibili per autotrazione sono state impiegate due metodologie distinte: la prima basata sui quantitativi di carburanti venduti sul territorio comunale e sui relativi fattori di emissione conseguenti alla loro combustione; la seconda fondata sulla quantificazione dei flussi di traffico e della composizione del parco veicolare modenese circolanti sul territorio comunale (ai quali sono stati associati specifici fattori di emissione di anidride carbonica). Verranno pertanto quantificate le emissioni di gas climalteranti con entrambe le metodologie, al fine di fornire un approccio critico al tradizionale metodo, maggiormente diffuso, fondato sul calcolo dei combustibili complessivamente venduti sul territorio.

Calcolo delle emissioni di gas serra in base ai quantitativi di combustibile venduti sul territorio

Il combustibile per autotrazione erogato nel 1990 nel Comune di Modena, comprensivo delle pompe autostradali era pari a 91.824.000 litri di benzina (suddivisi in 87.004.000 super, 470.000 normale e 4.349.000 senza piombo), 67.520.000 litri di gasolio e 11.993.000 litri di GPL (dati U.T.F.). Per la quantificazione delle emissioni connesse all'impiego di tali quantitativi di combustibili sono stati utilizzati i fattori di emissione descritti in tabella, suddivisi in base alla tipologia di combustibile considerato.

Tabella 4.5 – Coefficienti di emissione di CO₂ equivalente dei combustibili per autotrazione

Unità di misura	Benzina	Gasolio	GPL
kg/kg ⁸	3,141	3,173	3,024
kg/l ⁹	2,35	2,65	1,55

Applicando i fattori di emissione sopra riportati, si ottiene che ai quantitativi di carburante per autotrazione venduti sul territorio comunale nell'anno 1990 è possibile associare un'emissione complessiva pari a **413.301 ton di CO₂ equivalente**. Al fine di valutare le emissioni effettivamente ricadenti nell'area comunale è tuttavia necessario tener conto nel 1990 il venduto autostradale rappresentava il 19% delle vendite super, l'1% delle vendite di normale, il 50% delle vendite di benzina verde, il 45% delle vendite di gasolio ed il 29% delle vendite di GPL. Se le emissioni del venduto autostradale, pari a 132.131 ton di CO₂ (ovvero il 32% del totale) non concorrono ragionevolmente nella loro totalità al bilancio territoriale, infatti, il medesimo deve tuttavia tener conto della quota di emissioni legate al volume del traffico autostradale di attraversamento. Impiegando i modelli di traffico utilizzati nel 1990 per valutare l'incidenza del passante autostradale, è possibile stimare i veicoli mediamente transitanti sul tratto autostradale di attraversamento della città (della lunghezza di circa 15 km), che portavano ad una percorrenza di circa 1.100.000 km/giorno. Associando a tale valore una emissione media di 270 g CO₂/km, si ottiene un'emissione pari a 108.405 ton. di CO₂, ovvero un valore relativamente inferiore a quello stimato con il venduto autostradale. La motivazione è riconducibile al fatto che i veicoli che si riforniscono alle pompe di distribuzione autostradale, in realtà consumano la parte maggiore del proprio carburante all'esterno del territorio comunale, poiché la lunghezza del tratto di attraversamento del Comune di Modena è pari a solo 15 km, nonostante vi sia un certo numero di veicoli che, pur non rifornendo sul territorio, emettono gas serra nel tratto considerato. Il bilancio

⁸ Coefficienti desunti dall'allegato A della disposizione del Ministero dell'Ambiente di attuazione della decisione della Commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della direttiva 2003/87/CE, equiparando la benzina normale e super alla senza piombo ed il gasolio per riscaldamento con quello per autotrazione

⁹ Coefficienti rapportati ai litri di carburante, in funzione della densità media dei combustibili per autotrazione

risulta comunque negativo, anche in relazione al fatto che le aree di distribuzione presenti sul territorio comunale assumono un'importanza strategica sia a livello regionale che nazionale, poiché localizzate lungo l'asse autostradale A1 di collegamento tra Milano e Bologna, caratterizzato da elevati livelli di traffico sia passeggeri che merci, tali da rendere necessario il quadruplicamento delle corsie proprio nel tratto compreso tra Modena e Bologna.

Nell'anno 2000 i quantitativi di combustibile per autotrazione venduti sul territorio comunale, e le relative emissioni di CO₂ equivalente associate (calcolate con i medesimi fattori di emissione descritti in tabella 4.5) sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 4.6 – Combustibili per autotrazione venduti sul territorio comunale (anno 2000)¹⁰

carburante	litri	ton CO ₂ equivalente
Benzina super	20.756.843	48.779
Benzina super senza piombo	85.341.325	200.552
Gasolio	81.133.315	215.003
G.P.L.	10.105.834	15.664
metano¹¹	3.000.000	5.880
Totale	/	485.878

A tali valori, comprensivi dei carburanti venduti dalle pompe autostradali, occorre associare i quantitativi di carburante impiegati dai distributori privati, ovvero quegli impianti al servizio esclusivo di aziende private per il rifornimento dei propri mezzi (ATCM, META, etc.), quantificati in 150.538 litri di benzina senza piombo e 9.220.773 litri di gasolio, per un'emissione di CO₂ equivalente pari 24.789 ton. Pertanto, nell'anno 2000, l'emissione complessiva dovuta all'impiego di combustibili per autotrazione è stata pari a **510.667 ton di CO₂ equivalente**.

Anche per l'anno 2000, l'incidenza del venduto autostradale risulta significativa, rappresentando il 9% delle vendite super, il 22% delle vendite di benzina verde, il 42% delle vendite di gasolio ed il 23% delle vendite di GPL per un'emissione complessiva pari a 141.950 ton di CO₂ equivalente, pari al 29% del totale.

Analizzando l'evoluzione dei consumi tra l'anno 1990 e 2000 (figura 4.5) si evidenzia un incremento del quantitativo complessivo di carburanti venduti pari al 22,4%, fortemente differenziato in relazione alla significativa variazione del parco veicolare, che ha visto un progressivo calo delle auto alimentate a benzina a favore di quelle a gasolio. A fronte dell'incremento complessivo sopra descritto, infatti l'aumento del quantitativo di benzine complessivamente vendute (super e senza piombo) è stato pari al 15,7%, mentre quello del gasolio si è attestato al 33,8%. Rispetto al quantitativo complessivo di carburante venduto nell'anno 2000 sul territorio, il 50,7% era rappresentato dalle benzine (53,6% nel 1990), il 43,1% dal gasolio (39,4% nel 1990), il 4,8% da GPL (7,0% nel 1990) e l'1,4% da metano (dato non disponibile nel 1990).

Sul fronte delle emissioni di gas climalteranti dovute all'impiego di combustibili per autotrazione (tabella 4.7), si riscontra un **incremento pari a quasi 100.000 ton di CO₂ equivalente, corrispondente ad un incremento del 23,6% rispetto al 1990**. La crescita dei consumi e delle

¹⁰ Fonte: Agenzia delle dogane di Modena

¹¹ Dato rappresentato in mc, stimato in base ai dati dell'anno 2002

relative emissioni di anidride carbonica equivalente sono peraltro proporzionali all'aumento del traffico avvenuto nel decennio preso a riferimento, che diverse fonti stimano essere stato pari al 25-30%.

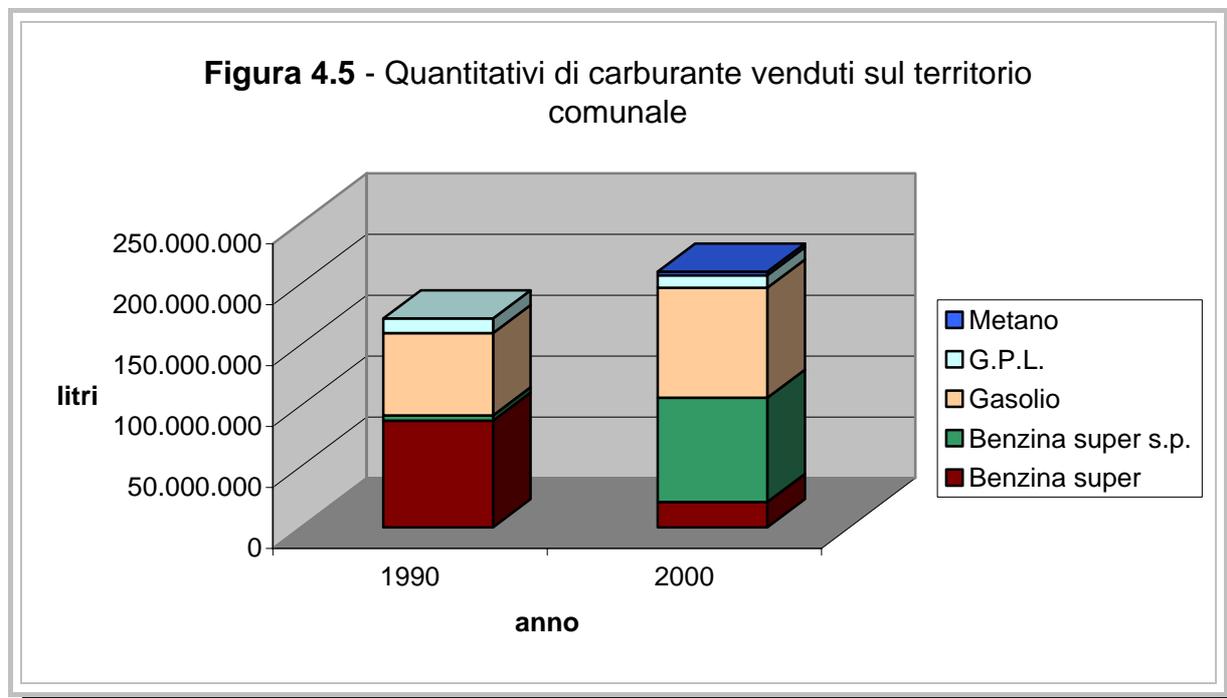


Tabella 4.7 – Variazione e delle emissioni di CO₂ equivalente nel periodo 1990-2000

Anno	1990	2000
<i>Trasporti autostradali: emissioni di CO₂ eq (ton)</i>	132.131	141.950
<i>Trasporti urbani: emissioni di CO₂ eq (ton)</i>	281.170	368.717
<i>Trasporti: emissioni complessive di CO₂ eq (ton)</i>	413.301	510.667
<i>Trasporti: ton CO₂ equivalente procapite</i>	2,33	2,88

Calcolo delle emissioni di gas serra in base alle stime dei flussi di traffico

Il secondo metodo adottato per quantificare le emissioni dovute al traffico cittadino è basato sull'impiego del modello di traffico urbano (escluso pertanto il transito autostradale) utilizzato dal Comune di Modena nel 1993, avvalendosi dei dati connessi al parco veicolare circolante nel 1996. Esso ipotizzava una percorrenza media annua del parco circolante di 1.600.000.000 km che, associata ad un valore medio di emissione dagli autoveicoli di 335 g CO₂/km (dato di letteratura applicabile ad un ciclo di percorrenza urbano, in assenza di dati specifici sul parco veicolare dell'epoca), porterebbe ad una emissione stimata in 536.000 ton/anno. Al fine di valutare le emissioni effettivamente prodotte nell'area comunale è tuttavia necessario tener conto della quota di emissioni legate al volume del traffico autostradale di attraversamento. Come descritto in precedenza, impiegando i modelli di traffico utilizzati nel 1990 per valutare l'incidenza del passante autostradale, è possibile stimare i veicoli mediamente transitanti sul tratto autostradale di attraversamento della città (della lunghezza di circa 15 km), che portavano ad una percorrenza di circa 1.100.000 km/giorno. Associando a tale valore una emissione media di 270 g CO₂/km, si ottiene un'emissione pari a 108.4050 ton. di CO₂. Le stime svolte con i modelli del traffico sopra

riportati portano ad una quantificazione complessiva pari a **644.405 tonnellate di CO₂ equivalente emesse nel 1990** dai trasporti di passeggeri e merci, dato che risulta superiore al valore riportato in precedenza, calcolato sul quantitativo di combustibili per autotrazione venduti. Secondo tale modello di calcolo, al 1990 le emissioni autostradali corrispondevano pertanto al 14,7% delle emissioni complessive di anidride carbonica equivalente.

Per valutare l'emissione complessiva di CO₂ equivalente generata dal settore dei trasporti nell'anno 2000, è stato impiegato il modello del traffico impiegato dal Comune di Modena nel 2003, per il traffico urbano, mentre per il transito autostradale sono stati utilizzati i dati medi forniti da Autostrade S.p.a. al 2000, in entrambe i casi basandosi sui dati del parco veicolare del Comune di Modena forniti da ACI per il 2000. Per quanto concerne i fattori di emissioni di anidride carbonica è stato impiegato l'elenco dei coefficienti pubblicati da ANPA, funzione della cilindrata dei veicoli, dell'anno di immatricolazione e della tipologia di percorrenza (ciclo urbano o transito autostradale).

Il parco veicolare immatricolato nell'anno 2000, riportato in tabella 4.8, come detto, è stato fornito da ACI, mentre il parco degli autobus urbani e sub-urbani è stato fornito da ATCM.

Tabella 4.8 - Composizione del parco veicolare nel Comune di Modena nel 2000

ANNO	Auto benzina non cat.	Auto benzina cat.	Auto diesel non cat.	Auto diesel cat.+ ecodiesel	Auto GPL metano	Comm. Leggeri (< 3,5t) benzina non cat.	Comm. Leggeri (< 3,5t) benzina cat.	Comm. Leggeri (< 3,5t) diesel non cat.	Comm. Leggeri (< 3,5t) diesel cat.	Pesanti diesel non cat	Pesanti diesel cat	Autobus non cat.*	Autobus cat.*	Motocicli, Motocarri	Tot. Veicoli
2000	41.447	53.776	3.593	10.146	5.990	805	442	3.631	3.557	961	393	24	76	11237	136078
	30,46%	39,52%	2,64%	7,46%	4,40%	0,59%	0,32%	2,67%	2,61%	0,71%	0,29%	0,02%	0,06%	8,26%	

* Dato fornito da ATCM che non tiene conto dei veicoli immatricolati a Modena che compiono solo percorsi extraurbani. In mancanza di informazioni il dato relativo al 2003 è stato posto uguale a quello del 2000.

I fattori di emissione, riportati in tabella 4.9¹² indicano i quantitativi di inquinanti prodotti per ogni chilometro percorso dai veicoli in un ciclo di guida urbano, ovvero un intero tragitto che comprende la parte a freddo e a caldo. Essi sono differenziati per le diverse categorie di veicoli oltre che per classi di età, tipo di alimentazione, cilindrata o portata. Nel caso di autoveicoli immatricolati prima del 1992, il fattore di emissione è stato determinato mediante la media pesata dei fattori di emissione delle differenti tipologie (PRE ECE, ECE 15/00, ECE 15/01, ECE 15/02 ECE 15/03 ed ECE 15/04) con il parco veicolare di ciascuna classe, nel caso di veicoli commerciali pesanti è invece stata effettuata la media dei fattori di emissione delle differenti cilindrata, pesata con il relativo parco veicolare.

Per il calcolo dei quantitativi di CO₂ emesse, le percorrenze chilometriche necessarie sono state ottenute moltiplicando la lunghezza degli archi del grafo stradale per il numero di veicoli circolanti nell'ora di punta del mattino (7.30 – 8.30), calcolato per ogni arco dal Settore Mobilità Urbana mediante il modello previsionale di traffico VISUM: i Km percorsi in tale fascia oraria da tutti gli autoveicoli sono 335.000. Per stimare i km/giorno percorsi da tutti gli autoveicoli sono state elaborate le misure di flussi di traffico su Via F.lli Rosselli, su Via Giardini e su Viale Monte Kosica nel periodo ottobre-marzo degli anni 2002-2003 e 2003-2004. Analizzando tali rilevazioni giornaliere si ottiene che nell'ora di punta vengono percorsi il 7% dei km/giorno che, quindi,

¹² Fonte APAT "Le emissioni da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000" ; 2003 - final draft; ANPA " Stato dell'ambiente n. 12/2000" tratti dal catalogo emissioni Corinair

risultano essere paria a circa 4.786.000 km. Tale valore è stato distribuito tra tutti gli autoveicoli proporzionalmente al numero degli stessi. Per quanto riguarda le percorrenze chilometriche dei furgoni e dei mezzi pesanti è stato stimato che gli stessi effettuino il 10% dei Km percorsi dalle auto. Nel quantificare i km/anno complessivamente percorsi dai mezzi sul territorio comunale è stata considerata una riduzione del flusso di autoveicoli nei giorni festivi pari a 2/3 rispetto ai giorni feriali, mentre per i veicoli commerciali e pesanti è stato considerato il transito esclusivamente nei 305 giorni feriali.

In merito invece agli autobus la percorrenza media annua di ognuno dei 100 mezzi urbani e sub-urbani alimentati diesel è stata fornita direttamente da ATCM; i km percorsi complessivamente da tali mezzi sono stati calcolati attraverso la somma di quelli percorsi nei giorni feriali più quelli svolti nei giorni festivi, questi ultimi determinati considerando per 66 giorni (festivi e periodo natalizio) una riduzione del numero di corse pari ad 1/3 rispetto ad un giorno feriale.

Tabella 4.9 - Fattori di emissione totali per ciclo di guida urbano

Tipologia e anno di immatricolazione del veicolo	Alimentazione e cilindrata	CO ₂ [g/veic*km]
Auto imm. fino al 1992	Benzina < 1.4 l	245,17
	Benzina 1.4 -2.0 l	320,04
	Benzina > 2.0 l	441,66
	Diesel < 2.0 l	291,09
	Diesel > 2.0 l	291,09
	GPL	233,70
Auto imm. dal 1993 al 1996	Benzina < 1.4 l	271,40
	Benzina 1.4 -2.0 l	363,93
	Benzina > 2.0 l	462,16
	Diesel < 2.0 l	247,36
	Diesel > 2.0 l	247,36
	GPL	221,82
Auto imm. dal 1997 al 2000	Benzina < 1.4 l	271,40
	Benzina 1.4 -2.0 l	363,93
	Benzina > 2.0 l	462,16
	Diesel < 2.0 l	247,36
	Diesel > 2.0 l	247,36
	GPL	221,82
Comm. legg. imm. fino a sett. 1993	Benzina < 3.5 t	442,84
	Diesel < 3.5 t	370,34
Comm. legg. imm. da ott. 1993 a sett. 1999	Benzina < 3.5 t	518,04
	Diesel < 3.5 t	336,65
Comm. legg. imm. da ott. 1999	Benzina < 3.5 t	518,04
	Diesel < 3.5 t	336,65
Comm. pes. imm. fino al 1992	Diesel > 3.5 t	725,22
Comm. pes. imm. dal 1993 al 1996	Diesel > 3.5 t	725,22
Comm. pes. imm. dal 1997 al 2000	Diesel > 3.5 t	725,22
BUS imm fino a sett. 1993		638,76
BUS imm da ott 1993 a sett 1996		638,76
BUS imm da ott. 1996		638,76
Motocicli imm. fino al 1997	> 50 cm ³	96,31
Motocicli imm. dal 1998	> 50 cm ³	92,26

Rapportando i fattori di emissione sopra riportati alla composizione del parco veicolare circolante a Modena (tabella 4.8), in relazione alla stima dei km giornalmente percorsi nell'anno 2000 (seppure applicando i flussi stimati per gli anni 2002-2003-2004 attraverso VISUM) pari a 5.758.000 km/giorno) si ottiene un valore complessivo delle emissioni di CO₂ dovute al traffico urbano pari a 637.146 ton.

Per la quantificazione delle emissioni di anidride carbonica equivalente dovute al traffico autostradale, è stata applicata la medesima tipologia di valutazione svolta in precedenza per il traffico urbano, considerando il numero dei veicoli transitanti giornalmente in autostrada pari a 89.989 veicoli/giorno di cui il 71% di veicoli leggeri e il 29% di pesanti (dati forniti da Autostrade S.p.a.), assimilando la composizione del parco veicolare transitante in autostrada a quella della città di Modena e considerando i fattori di emissioni pubblicati da APAT per le percorrenze autostradale, sempre suddivise in base alla tipologia di veicoli, cilindrata e combustibile impiegato. Si ottiene pertanto che nell'anno 2000 il traffico autostradale ha contribuito all'incremento di emissioni climalteranti attraverso l'immissione in ambiente di 139.457 ton di CO₂ equivalente.

Nell'anno 2000, pertanto, le emissioni complessive dovute al sistema dei trasporti sono state pari a **776.603 tonnellate di CO₂ equivalente**. Quantificando le emissioni di gas climalteranti dovute al sistema dei trasporti con la metodologia sopra descritta (tabella 4.10), si riscontra nell'anno 2000 un **incremento di 132.198 ton di CO₂ equivalente, pari al 20,5% in più rispetto al 1990**. Gli incrementi registrati sono più marcati per il trasporto autostradale (28,6%) rispetto al traffico urbano che evidenzia un incremento del 18,9%.

Tabella 4.10 – Variazione e delle emissioni di CO₂ equivalente nel periodo 1990-2000

Anno	1990	2000
<i>Trasporti autostradali: emissioni di CO₂ eq (ton)</i>	108.405	139.457
<i>Trasporti urbani: emissioni di CO₂ eq (ton)</i>	536.000	637.146
<i>Trasporti: emissioni complessive di CO₂ eq (ton)</i>	644.405	776.603
<i>Trasporti: ton CO₂ equivalente procapite</i>	3,63	4,39

Confronto fra le due metodologie adottate

Sulla base delle valutazioni svolte con le due metodologie di analisi sopra descritte è possibile registrare scostamenti non indifferenti. In particolare, lo studio svolto quantificando le emissioni generate dal parco veicolare modenese, in funzione dei km percorsi sul territorio comunale, porta a stimare valori delle emissioni di CO₂ equivalente superiori del 56% nel 1990 e del 52% nel 2000 rispetto alle valutazioni fondate sul quantitativo di carburanti venduti. La riduzione dello scostamento nell'anno 2000 è sicuramente attribuibile alla maggiore precisione con il quale sono state calcolate le emissioni dei singoli veicoli, poiché con l'ultimo metodo utilizzato è stata considerata sia la tipologia di veicoli (differenziando anche cilindrata ed anno) che l'effettiva percorrenza sul territorio comunale, grazie ad un affinamento del modello di traffico. Il forte scostamento con la metodologia basata sui consumi di carburante, potrebbe essere connessa all'ipotesi che vi sia una percentuale non indifferente di veicoli provenienti dall'esterno del comune che, pur circolando sul territorio di Modena, si riforniscono presso distributori esterni. Quest'ultima valutazione dovrebbe comunque essere confermata attraverso analisi statistiche svolte attraverso interviste agli autisti dei mezzi circolanti sul territorio comunale, al fine di valutare l'incidenza del rifornimento di carburante svolto sul territorio comunale, in relazione ai km effettivamente percorsi sul territorio stesso. Non essendo in grado di stabilire la metodologia di valutazione che approssimi più efficacemente le emissioni effettive di anidride carboniche sul territorio comunale, nel presente

capitolo verranno mantenute entrambe le analisi svolte. In relazione agli esiti delle valutazioni compiute al fine di quantificare le emissioni di gas climalteranti connesse al sistema dei trasporti di persone e merci, si ottiene comunque un dato tendenziale univoco, che identifica l'incremento di emissioni di CO₂ nel decennio di riferimento quantificabile nell'ordine del 20-24%.

4.3.5 Settore agricolo e zootecnico

Le attività agricole sono responsabili della emissione in atmosfera di una consistente quantità di gas serra, se si considera che l'inventario elaborato da ENEA (1997) in collaborazione con il Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) di Reggio Emilia, attribuisce alle attività agricole il 36% delle emissioni di metano, derivanti quasi esclusivamente dal settore zootecnico, ed il 47% delle emissioni di protossido di azoto. In particolare le emissioni di metano sono dovute essenzialmente ai processi digestivi (emissioni enteriche) ed alla degradazione anaerobica delle deiezioni (emissioni derivanti dalla gestione delle deiezioni); l'entità delle emissioni enteriche dipende dalla specie animale, dal tipo e dalla qualità dell'alimento. Esse si originano prevalentemente nel corso dello stoccaggio e sono influenzate dalle modalità gestionali e dalle condizioni ambientali (sono praticamente nulle a temperature inferiori a 10°C e si incrementano esponenzialmente all'aumentare della temperatura). Le emissioni di protossido di azoto sono invece riconducibili alle pratiche agricole che richiedono l'impiego di fertilizzanti di sintesi e deiezioni zootecniche od a strutture di allevamento in relazione alle modalità di gestione delle deiezioni stesse. Il protossido di azoto è un prodotto intermedio nella sequenza di reazioni dei processi di nitrificazione e denitrificazione (influenzati da fattori quali la temperatura, il pH ed il tenore di umidità). Altre emissioni di protossido di azoto dal settore agricolo, che non coinvolgono processi biologici, sono conseguenti alla combustione dei residui colturali.

Per la valutazione delle emissioni di metano dal settore zootecnico è stata considerata la ricerca effettuata dal CRPA di Reggio Emilia negli anni 1994 e 1997, che ha calcolato un fattore di emissione unitario (ovvero l'emissione annua per capo allevato) in funzione della specie animale considerata. Tali fattori risultano strutturati su sei categorie distinte quali: emissioni enteriche da vacche da latte, emissioni enteriche da altri bovini, emissioni da deiezioni di vacche da latte, emissioni da deiezioni di altri bovini, emissioni da scrofe, emissioni da altri bovini. Poiché sul territorio del Comune di Modena sono disponibili esclusivamente il numero di capi bovini e suini complessivi (mancando la suddivisione tra vacche da latte, altri bovini, scrofe ed altri suini), è stata considerata la ripartizione media provinciale ed i relativi fattori di emissione di metano. Non risultano invece tuttora disponibili i dati relativi alle emissioni di protossido di azoto per capo allevato.

Nella tabella 4.12 sono stati riportati i dati connessi all'evoluzione del numero di capi bovini e suini allevati sul territorio comunale (basati sul IV e V censimento dell'agricoltura svolti negli anni 1990 e 2000) e le relative emissioni di metano (CH₄) e CO₂ equivalente (si ricorda che il metano ha un GWP 21 volte superiore a quello dell'anidride carbonica). Si evidenzia un netto calo delle emissioni connesso alla relativa riduzione del numero di capi allevati nel periodo considerato.

Nelle ipotesi e nei limiti sopra evidenziati, il contributo del **comparto agroindustriale** alle emissioni complessive di gas climalteranti ammonta a circa **50.000 ton/anno di CO₂ equivalente nel 1990**, ridotte a **27.853 ton/anno di CO₂ equivalente nel 2000**. Come risulta evidente dai dati sopra riportati, alla riduzione sostanziale del numero di capi allevati avvenuta nel decennio di riferimento corrisponde un calo delle emissioni di metano ed anidride carbonica pari al 45% di CO₂ equivalente.

Tabella 4.12 - Popolazioni del settore zootecnico e relative emissioni nel periodo 1990, 2000

Specie	Dati	1990	2000	Diff. Ass.	Variazione %
Bovini	n° capi allevati	17.245	8.104	-9.141	-53,0
	emissione CH₄ (ton.)	1742	819	-923	
	emissione CO₂ eq. (ton.)	36.577	17.189	-19.388	
Suini	n° capi allevati	69.694	52.899	-16.795	-24,1
	emissione CH₄ (ton.)	669	508	-161	
	emissione CO₂ eq. (ton.)	14.050	10.664	-3.386	
Totale emissione CO₂ eq. (ton.)		50.627	27.853	-22.774	-45,0

4.3.6 Il sistema di gestione dei rifiuti

Particolare peso nel bilancio urbano di gas climalteranti assumono le emissioni associate allo smaltimento dei rifiuti solidi urbani. Tale fattore, spesso trascurato nei bilanci serra, è stato valutato rappresentare non meno del 5% delle emissioni serra a livello planetario. Preso atto che una quota rilevante in peso dei rifiuti solidi urbani è composta da carbonio organico, bisogna considerare che le differenti modalità di trattamento dei rifiuti permettono di liberare in tutto od in parte tale Carbonio sotto differenti forme (fondamentalmente CH₄ e CO₂), che tuttavia si caratterizzano per potenziali serra marcatamente differenti. Occorre pertanto valutare con attenzione le caratteristiche delle emissioni associate ai differenti sistemi di smaltimento:

1. Discarica controllata: trasformazione della quota biodegradabile del Carbonio organico in metano ed anidride carbonica, che si disperdono in atmosfera. Poiché il metano è caratterizzato da un potenziale serra 21 volte superiore a quello della CO₂, si ha che, assunta una produttività per kg di rifiuto di 0,2 mc di biogas¹³, la biodegradazione naturale del rifiuto implicherebbe una emissione di 8,5 kg CO₂/mc biogas, ovvero 1,7 ton CO₂/ton rifiuto.

2. Discarica controllata con recupero del biogas: in tale caso, limitatamente alla percentuale di biogas recuperata sul totale (assunta in percentuale pari al 60%) ed utilizzabile in impianti con recupero di energia (i consuntivi dell'impianto di Modena pongono tale quota al 70% del recuperato), si realizza la combustione del carbonio CH₄ a carbonio CO₂, con conseguente drastica riduzione del fattore serra. La produzione di elettricità (assunta a 0,7 kWh/mc bruciato) rappresenta un ulteriore saldo netto positivo del bilancio CO₂, così che il bilancio complessivo si attesta a circa 0,82 kg CO₂ per kg di rifiuto.

3. Incenerimento con recupero di energia: in questo caso viene convertita in CO₂ la totalità del Carbonio, in quanto vengono interessati dalla combustione sia il Carbonio biodegradabile che quello non biodegradabile (fatta salva ovviamente la quota di Carbonio residuale sotto forma di ceneri), tuttavia viene considerata contribuire al bilancio serra solo la parte di CO₂ derivante da combustibili fossili. Inoltre la combustione totale del carbonio genera solo CO₂, evitando l'emissione di altri gas a maggiore fattore serra; la produzione di energia elettrica rappresenta nuovamente un saldo netto positivo al bilancio ambientale. In pratica, tenuto conto che la produzione teorica di CO₂ per tonnellata di Carbonio organico incenerito risulta di 3,7 ton., stante una quota di Carbonio organico di origine fossile o non biodegradabile nel rifiuto pari al 15%, ed assunta una conversione al 95% cui corrisponde un residuo del 5% di ceneri carboniose (dati

¹³ dati A.S.W.S. Italiana relativamente alla discarica di Modena con biogas al 50% di CH₄ e 50% di CO₂

META), si ottiene una emissione di circa *0,52 ton. CO₂ per tonnellata di rifiuto* avviato all'incenerimento.

4. Raccolta differenziata destinata al riciclaggio: la raccolta differenziata non porta alla formazione di anidride carbonica equivalente poiché il materiale riciclato non risulta soggetto a fenomeni di fermentazione o combustione ma al re-impiego in altri cicli produttivi. Non verrà pertanto associato nessun fattore di emissione ai quantitativi di rifiuti raccolti in modo differenziato. Risulta comunque fondamentale sottolineare come l'incremento di tale forma di gestione dei rifiuti non possa che giovare al bilancio serra comunale, poiché ogni kg di rifiuto riciclato comporta una minore emissione di anidride carbonica equivalente che si avrebbe avuto conferendo il medesimo rifiuto in discarica o all'impianto di incenerimento. Un discorso particolare merita il compostaggio del materiale organico raccolto attraverso la raccolta differenziata. Il bilancio della produzione diretta di gas serra associata alla trasformazione biochimica del materiale organico è stata valutata in letteratura pari a 1,05 kg CO₂ eq./ton che, vista l'entità, può essere evidentemente trascurata. Occorre comunque sottolineare come tale forma di gestione dei rifiuti organici generi un contributo positivo alla riduzione delle emissioni di gas serra in termini di NPK (equivalenti in fertilizzanti). L'utilizzo del compost in sostituzione degli ammendanti tradizionali, infatti, porta a 0,7 Kg di CO₂ evitata per Kg di materiale impiegato.

La gestione dei rifiuti attuata da AMCM, poi confluita in META, già dal 1990 prevedeva una forma di smaltimento in discarica controllata con recupero di biogas, evitando la dispersione del metano prodotto dalla degradazione dei rifiuti. Nel medesimo anno era inoltre stata già attivata la raccolta differenziata, seppure per un quantitativo modesto di materiale, permettendo di recuperare 2.871 kg di rifiuti a fronte di una produzione complessiva di 80.752 kg raccolti all'interno del Comune di Modena. In tale anno non era stato possibile impiegare l'impianto di incenerimento dei rifiuti a causa del fermo per ristrutturazione.

Nell'anno 2000, invece, a seguito di una produzione complessiva all'interno del comune di Modena di 103.757 ton di rifiuti, 18.967 ton furono avviate a recupero, 19.831 ton nella discarica controllata con recupero di biogas di via Caruso e le restanti 64.959 ton conferite all'impianto di incenerimento con recupero di energia. Occorre considerare come l'impianto di incenerimento, in quell'anno abbia in realtà ricevuto un quantitativo di rifiuti pari a 120.587 ton portando alla produzione di 32.114 MWh. In relazione al fatto che si è scelto di considerare che tutta l'energia prodotta dall'inceneritore venga utilizzata all'interno del comune di Modena, verranno quantificate le emissioni di anidride carbonica andando a considerare l'intero quantitativo di rifiuti inceneriti.

Nella tabella 4.13 vengono riportati i quantitativi di anidride carbonica prodotta in seguito alla gestione dei rifiuti sul territorio comunale, dal quale si evince come la scelta del passaggio dallo smaltimento dei rifiuti esclusivamente in discarica ad una gestione che favorisce il conferimento prevalentemente all'impianto di incenerimento comporti una sostanziale riduzione delle emissioni di anidride carbonica. Limitando infatti il bilancio ai rifiuti prodotti sul territorio comunale, si evince come dal 1990 al 2000 si sia registrata una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 13.822 ton, nonostante l'incremento della produzione di rifiuti sia stato pari al 9%. A fronte di una produzione di anidride carbonica pari a 63.862 ton nel 1990, infatti, dieci anni dopo tale quantitativo (sempre considerando la sola quantità di rifiuti prodotta all'interno del territorio comunale) è stato pari a 50.004 ton. Nel presente bilancio dei gas serra verrà comunque considerato il quantitativo di gas climalteranti complessivamente emesso dall'impianto di incenerimento, in relazione all'ipotesi svolta al paragrafo 4.3.1 che l'energia prodotta dal termovalorizzatore venga impiegata per intero all'interno del Comune di Modena.

Tabella 4.13 – Quantitativi di rifiuti prodotti e relative emissioni di anidride carbonica equivalente tra l'anno 1990 e 2000.

Anno	1990		2000	
	ton rifiuti ¹⁴	ton CO ₂ equivalente	ton rifiuti*	ton CO ₂ equivalente
<i>Rifiuti conferiti in discarica controllata con recupero di biogas</i>	77.881	63.862	19.831	16.261
<i>Rifiuti prodotti a Modena e conferiti all'impianto di incenerimento</i>	0	0	64.959	33.779
<i>Rifiuti prodotti esternamente e conferiti all'impianto di incenerimento</i>	0	0	55.628	28.927
Totale		63.862		78.967

4.3.7 Il sistema del verde e la forestazione urbana

La vegetazione ed in particolare il sistema dei boschi e delle foreste rappresentano un serbatoio di carbonio durante la propria crescita, costituendo un elemento chiave del ciclo naturale del carbonio, grazie alla proprietà di fissare, attraverso il processo fotosintetico l'anidride carbonica presente nell'aria. Il carbonio viene immagazzinato in modo relativamente duraturo (in funzione del tipo di essenza considerata) nella biomassa legnosa che costituisce gli alberi e gli arbusti. La capacità di assorbire anidride carbonica dall'atmosfera è pertanto funzione essenzialmente dell'incremento medio di massa legnosa degli alberi (massa epigea espressa in volume). Tale incremento risulta funzione della tipologia di essenza arborea, dell'età della stessa e dei fattori ambientali in grado di condizionarne la crescita (ovvero della tipologia di habitat all'interno del quale risultano inseriti). Non viene considerata in questa trattazione la quantità di carbonio stoccata nella massa ipogea dei sistemi radicali e nel suolo, a livello di pedofauna e di frazione organica, poiché costantemente soggetta a decomposizione, ovvero a ossidazione con conseguente rilascio di CO₂. Non verrà inoltre considerata la quantità di anidride carbonica potenzialmente assorbita dalle colture agrarie poiché, a parità di superficie, si stima che un ecosistema forestale contenga un quantitativo di CO₂ superiore fino a 50 volte rispetto a quella di una coltura agraria ordinaria.

L'Inventario Forestale della Regione Emilia Romagna stima che l'incremento medio di massa legnosa dei boschi regionali sia pari a 4,25 m³/ha/anno. Volendo valutare in maniera più dettagliata tale fattore occorre considerare in modo diverso la capacità di incremento della massa legnosa in funzione della formazione vegetazionale considerata. In particolare si stima che per i cedui, il fattore di crescita di massa legnosa vari mediamente dai 6-7 m³/ha/anno dei popolamenti giovani ai 2 di quelli invecchiati, con valori complessivi stimati in 2,8 m³/ha/anno. Il fattore di accrescimento delle fustaie è invece oscillante intorno al valore di 5,5 m³/ha/anno. Per calcolare la quantità di CO₂ immagazzinata nella biomassa legnosa è possibile assumere la seguente equivalenza proposta dagli studi elaborati dalla Regione Emilia Romagna:

$$1 \text{ m}^3 \text{ di legno fresco} = 1,19 \text{ tonnellate di CO}_2 \text{ fissata}$$

¹⁴ Fonte: META S.p.a.

Al fine di quantificare l'anidride carbonica stabilmente immagazzinata dalla vegetazione presente sul territorio del Comune di Modena occorre fare alcune osservazioni sugli impianti presenti, sulla loro età e sui fattori ambientali in grado di agevolarne o limitarne la crescita.

Il patrimonio vegetale presente sul territorio comunale è sinteticamente descritto in tabella 4.14 in funzione della superficie occupata. In particolare, il verde pubblico è stato scomposto in *verde di arredo*, *verde di servizio*, *verde ad evoluzione naturale* (comprende le fasce di Forestazione Urbana e l'area di recupero ambientale della Zona Torrazzi).

A tale patrimonio occorre aggiungere le *aree protette*, rappresentate dalle aree fluviali del Panaro e del Secchia, costituite da aree boscate, bacini idrici e zone a vegetazione spontanea. All'interno di tali aree, la superficie boscata ammontava a circa 65 ha nel 1990, incrementata a 75 nel 2000.

Tabella 4.14 – Evoluzione superficiale del verde dal 1995 al 2000

TIPOLOGIA	1995	2000
Verde di arredo	376.232	534.051
Verde di servizio	3.200.634	3.746.665
Verde ad Evoluzione Naturale	/	590.115
SUPERFICIE TOTALE	3.576.866	4.870.831

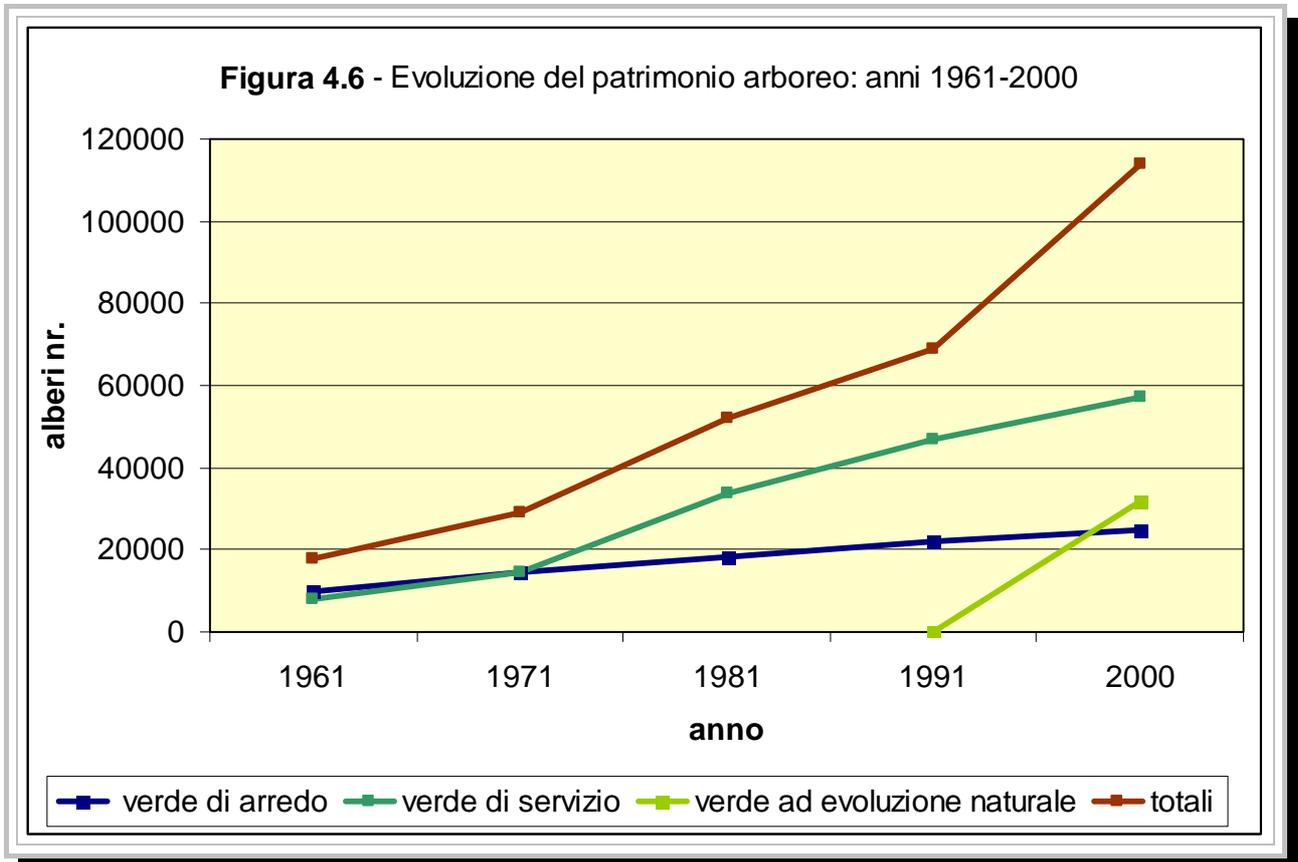
Un'ulteriore informazione di rilevante importanza relativa al patrimonio verde presente sul territorio comunale è costituito dal *patrimonio arboreo*, il cui trend di sviluppo è descritto in tabella 4.15 ed evidenziato in figura 4.6. L'evoluzione del patrimonio arboreo del Comune di Modena si presenta particolarmente positiva, passando da 70.820 piante complessivamente presenti nel 1995 alle 113.920 presenti nel 2000.

Tabella 4.15 – Evoluzione del patrimonio arboreo dal 1991 al 2000

TIPOLOGIA	1991	2000
Alberi Verde di Arredo	21.900	24.979
Alberi Verde di Servizio	46.920	57.230
Alberi Verde ad Evoluzione Naturale	/	31.711
ALBERI TOTALI	72.580	113.920

In funzione della suddivisione del patrimonio arboreo nelle classi sopra descritte è possibile svolgere alcune considerazioni sulla tipologia di essenze arboree presenti e sui relativi fattori di crescita. L'intero patrimonio arboreo comunale (ad eccezione delle aree protette) può essere assimilato ad una fustaia anche se occorre considerare come sia l'età che le condizioni ambientali vadano ad incidere significativamente sui relativi ritmi di crescita. In particolare, le alberature classificate come verde d'arredo e verde ad evoluzione naturale, in relazione alle condizioni ambientali sfavorevoli presente in prossimità della loro collocazione (trattasi di alberature poste lungo le strade od in prossimità di ambienti ad elevato impatto antropico e con valori di qualità dell'aria assai ridotti) sono soggetti a fattori limitanti la crescita, tali da poterli considerare come cedui, al fine di valutarne l'incremento di massa epigea e quindi le emissioni di anidride carbonica. Per tali piante, verrà pertanto considerato un fattore di crescita medio pari a 2,8 m³/ha/anno. Gli alberi presenti all'interno del verde di servizio (per lo più costituito dai parchi urbani), invece, sono

costituiti da fustaie di età piuttosto giovane che godono delle condizioni ottimali di crescita, che permettono di considerarne un valore medio di crescita epigea pari a $5,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{anno}$. Infine, gli alberi presenti all'interno delle aree protette sono classificabili come cedui, di cui al 50% di età giovane e per la restante metà di tarda età. Per tali piante, verrà pertanto considerato un fattore di crescita pari a $6,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{anno}$ per le piante giovani e $2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{anno}$ per quelle più vecchie.



Per quantificare l'anidride carbonica mediamente trattenuta dal sistema a verde comunale, costituito dal verde di servizio, di arredo e ad evoluzione naturale, è stato valutato l'assorbimento medio di anidride carbonica di un albero in funzione della specie e dell'età, considerando che mediamente per una fustaia è costituito da circa 250 piante/ha, e per un ceduo una densità ben più elevata, pari a 1200 piante/ha. Non risultando disponibile il dato al 1990, si assumeranno i valori relativi all'anno 1991 come base del calcolo relativo all'assorbimento di CO_2 da parte del patrimonio arboreo. Per le aree protette, non avendo a disposizione il numero di piante presenti, verranno quantificate le emissioni di CO_2 trattenute basandosi sul numero di ettari boscati. Per l'area del Parco delle casse d'espansione del fiume Secchia la superficie boscata è stimata in 30 ettari, che si può considerare costante nel decennio di riferimento, mentre per la cassa d'espansione del fiume Panaro la superficie era pari a 35 ettari per l'anno 1990, salita a 45 ettari nel 2000, in relazione alla cessazione di alcune attività estrattive, con conseguente recupero delle aree a bosco.

In questa analisi non sono stati considerati i quantitativi di legna bruciati per il riscaldamento domestico, poiché i processi di combustione della biomassa legnosa, rispetto al bilancio di emissione di gas serra, forniscono un contributo neutro. Ciò è giustificato dal fatto che durante la combustione viene liberato il carbonio (sotto forma di CO_2) che è stato in precedenza sottratto all'atmosfera attraverso la fotosintesi clorofilliana.

In tabella 4.16 è descritta l'analisi svolta per la quantificazione dell'assorbimento di anidride carbonica da parte del patrimonio arboreo presente sul territorio comunale connesso al verde di

arredo, di servizio e ad evoluzione naturale, in base alle ipotesi sopra descritte. In tabella 4.17 è stato quantificato l'assorbimento indotto dalle aree boscate presenti all'interno delle aree protette.

Tabella 4.16 – Assorbimento di anidride carbonica dal patrimonio arboreo del verde di arredo, di servizio ed arredo naturale

TIPOLOGIA	1990	2000	Accrescimento medio	Fattori di assorbimento di CO ₂	anno 1990: CO ₂ assorbita	Anno 2000: CO ₂ assorbita
	num.	num.	mc/ha/anno	kg/albero/anno	ton/anno	ton/anno
Alberi Verde di Arredo	21.900	24.979	2,80	2,8	61	69
Alberi Verde di Servizio	46.920	57.230	5,50	26,2	1.228	1.498
Alberi Verde ad Evoluzione Naturale	/	31.711	2,80	2,8	0	88
Totale	68.820	113.920	/	/	1.289	1.656

Tabella 4.17 – Assorbimento di anidride carbonica relativo alle aree protette

TIPOLOGIA	1990	2000	Accrescimento medio	Fattori di assorbimento di CO ₂	anno 1990: CO ₂ assorbita	Anno 2000: CO ₂ assorbita
	ha	ha	mc/ha/anno	ton/ha/anno	ton/anno	ton/anno
Area protetta Secchia	30	30	4,25	5,06	152	152
Area protetta Panaro	35	45	4,25	5,06	177	228
Totale	65	75	/	/	329	379

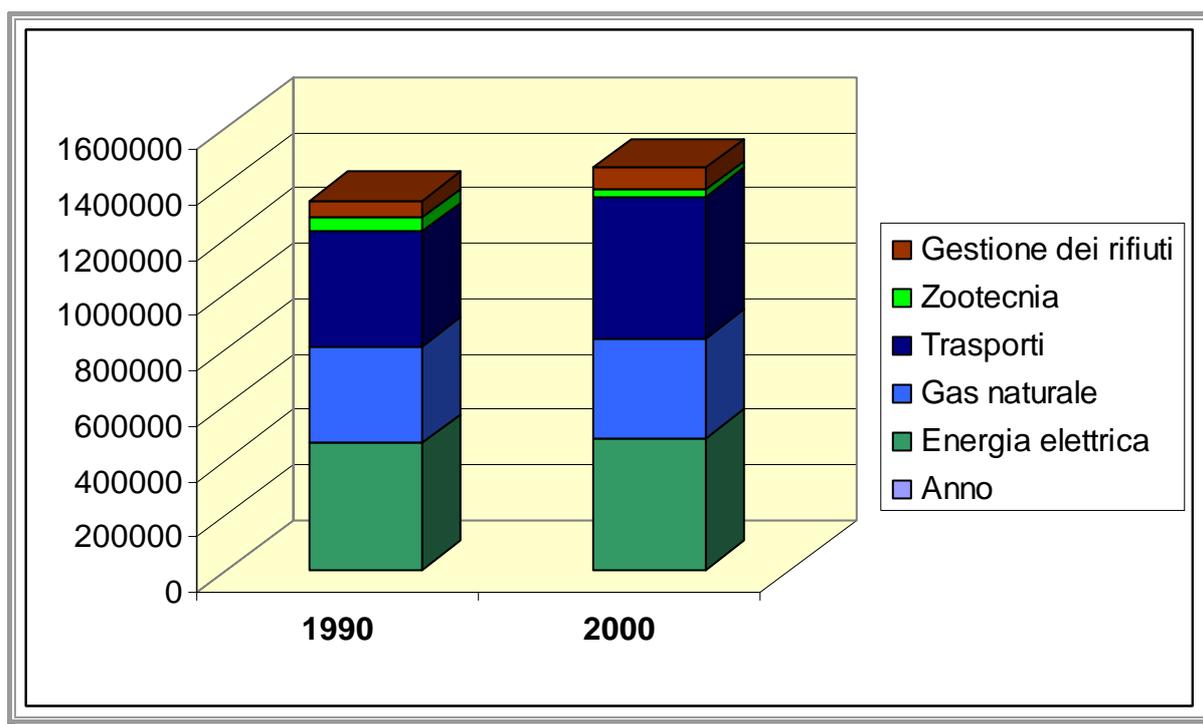
La quantità di CO₂ complessivamente assorbita dal patrimonio arboreo presente sul territorio comunale si può assumere pertanto pari a circa in **1618 ton nell'anno 1990**, incrementato a **2035 ton nell'anno 2000**, corrispondente ad una crescita del 25,8%

4.3.8 Il bilancio complessivo delle emissioni di gas serra

In relazione alle analisi condotte nei capitoli precedenti, è possibile quantificare le emissioni di anidride carbonica equivalente complessivamente generate sul territorio comunale, in base al principio di responsabilità, in seguito al consumo di risorse energetiche. In tabella 4.18 sono riassunti i quantitativi di CO₂ emessi ed assorbiti nel 1990 e nel 2000, suddivisi in funzione del settore di provenienza. In tale quadro di sintesi, per le emissioni indotte dai trasporti, in funzione delle due metodologie di calcolo presentate al paragrafo 4.3.4, si è scelto di adottare quella basata sul computo dei quantitativi di carburante venduti, al fine di potere confrontare il dato con i valori di emissioni provinciali di gas climalteranti, calcolati anch'essi con tale metodologia.

Tabella 4.18 – Bilancio dei gas serra sul territorio comunale

Anno	1990 ton CO ₂ eq.	2000 ton CO ₂ eq	Variazione netta	Variazione %
<i>Energia elettrica</i>	459.746	475.836	16.090	3,5
<i>Gas naturale</i>	349.234	361.985	12.751	3,7
<i>Trasporti</i>	413.301	510.667	97.366	23,6
<i>Zootecnia</i>	50.627	27.853	-22.774	-45,0
<i>Gestione dei rifiuti</i>	63.862	78.967	15.105	23,7
<i>Verde e forestazione urbana</i>	-1.618	-2.035	417	25,8
Totale	1.335.152	1.453.273	118.121	8,8
<i>Num abitanti</i>	177.501	176.965	-536	-0,3
<i>Emissione pro-capite</i>	7,52	8,21	0,69	9,2

Figura 4.7 –Variazione delle emissioni di gas serra sul territorio comunale (ton CO₂ eq)

Dal grafico riportato in figura 4.7 (dove risultano rappresentate esclusivamente le emissioni di gas serra negli anni 1990 e 2000, omettendo il dato relativo all'assorbimento di CO₂ dovuto alla forestazione urbana) risulta evidente **l'incremento di emissioni di gas climalteranti avvenuto sul territorio comunale nel decennio 1990-2000, quantificabile in 118.121 ton di CO₂ equivalente, pari ad un incremento dell'8,8%**. Nell'anno 2000 ogni cittadino modenese era responsabile dell'emissione di 8,2 ton di CO₂/anno pro-capite, con un incremento del 9,2% rispetto al 1990. Nonostante l'evidente crescita delle emissioni pro-capite avvenuto nel decennio preso a riferimento, se confrontate con i valori di alcune realtà territoriali italiane ed estere (tabella 4.19), si riscontrano valori sostanzialmente ridotti, anche rispetto al dato provinciale, e comunque paragonabili al dato

medio della regione Emilia Romagna. E' importante sottolineare come il valore medio di emissione pro capite sia comunque inferiore alla media nazionale per l'anno 2000 quantificabile in 9,6 ton di CO₂/anno. Occorre comunque osservare come il confronto con i valori di altre città e province sia da considerare in via cautelativa, in relazione al fatto che attualmente non esiste una metodologia nazionalmente ed univocamente riconosciuta per il calcolo delle emissioni di gas climalteranti, in base alla scala territoriale presa a riferimento.

Tabella 4.19 – Emissioni pro capite di CO₂ eq. di alcuni ambiti territoriali nazionali e internazionali

Città	ton CO ₂ eq./anno pro capite	Anno di riferimento
Bologna ¹⁵	7,5	1997
Brescia ⁷	16,6	2001
Udine ¹⁶	11,8	2001
Ferrara ¹⁷	8,9	1997
Novara ¹⁸	11,9	2001
Cremona ¹⁰	11,0	2001
Venezia ¹⁰	14,2	2001
Provincia Modena ¹⁹	13,0	1999
Provincia Piacenza ²⁰	12,4	2000
Provincia Torino ¹⁰	8,5	2001
Regione Emilia Romagna ²¹	8,0	1999
Italia ¹³	9,6	2000
Germania	11,0	n.r.
Stati Uniti	20,0	n.r.

Un dato che desta attenzione risulta, invece, l'incremento di emissioni avvenute sul territorio comunale nel decennio di riferimento, pari all'8,8%, soprattutto se confrontato col dato nazionale, che vede nell'anno 2000 le emissioni di CO₂ complessive superiori del 5,4 % a quelle del 1990. In tale anno le emissioni nazionali di tutti i gas serra considerati dal Protocollo di Kyoto, riportati in termini di CO₂ equivalente, infatti, risultavano pari a circa 547 milioni di ton/anno con una popolazione di circa 57 milioni di abitanti, e pertanto con una emissione pro capite di circa 9.6 ton/anno.

¹⁵ Emissioni pro capite calcolate in base ai dati relativi alle emissioni complessive di CO₂ eq. dichiarati nei rispettivi piani energetici comunali, rapportate alla popolazione residente

¹⁶ Fonte: Piano Energetico Comunale

¹⁷ Fonte: Comune di Ferrara: Bilancio ambientale consuntivo 2003

¹⁸ Fonte: Ambiente Italia

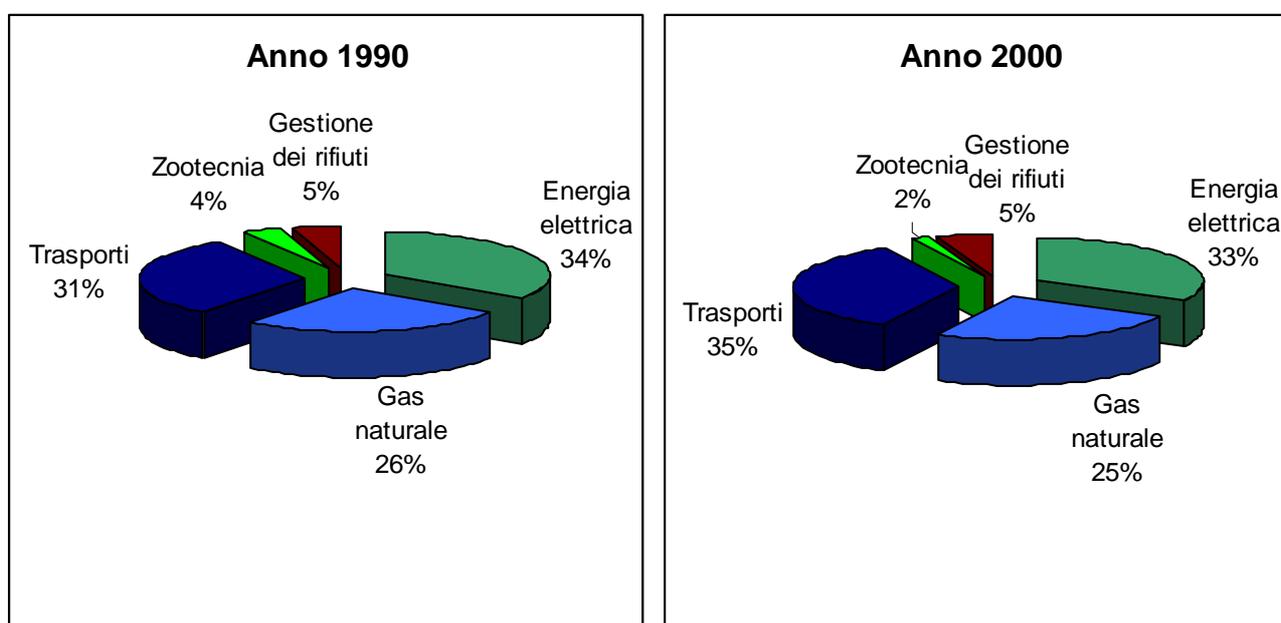
¹⁹ Fonte: Il bilancio dei gas serra nella provincia di Modena

²⁰ Fonte: Il bilancio dei gas serra nella provincia di Piacenza

²¹ APAT - SinaNet, Banca Dati delle emissioni atmosferiche, regionali e nazionali (www.sinanet.apat.it)

Per analizzare le motivazioni che hanno portato all'incremento di emissioni di gas climalteranti sopra descritto, occorre valutare l'incidenza dei diversi settori alle emissioni complessive. Dalla figura 4.8 si evince come il settore maggiormente incidente sulle emissioni complessive nell'anno 1990 fosse il consumo di energia elettrica (34%) al quale seguivano il sistema dei trasporti (31%) e il consumo di gas naturale (26%). Nell'anno 2000, invece, risulta evidente l'incremento significativo di emissioni registrato per il sistema dei trasporti (35%) che ha sopravanzato per importanza i consumi elettrici (33%). Risulta invece sostanzialmente stabile l'incidenza delle emissioni connesse ai consumi di gas naturale (25%) e alla gestione dei rifiuti (5%), mentre si evidenzia un forte calo per quanto concerne il contributo del settore zootecnico (passato dal 5% al 2% nell'anno 2000) in relazione alla riduzione degli allevamenti già citata al paragrafo 4.3.5.

Figura 4.8 – Analisi delle emissioni di gas serra in funzione del settore di provenienza



4.3.9 Interventi per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti

L'obiettivo del Comune di Modena di **raggiungere entro il 2010 una riduzione dell'1%** nelle emissioni dei gas serra rispetto al valore 1990 non può non essere considerato come particolarmente ambizioso alla luce dei dati precedentemente esposti (aumento netto al 2000 del 8,8% complessivo rispetto al 1990), e tale da richiedere scelte drastiche in termini di cambiamento dei modelli di vita della società modenese. Questa azione dovrà esprimersi attraverso due linee principali di intervento:

- A. Diminuzione della richiesta di energia da parte degli utenti a parità di funzione/servizio fruito;**
- B. Diminuzione delle emissioni specifiche di CO₂ da parte del sistema a parità di funzione/servizio messo a disposizione.**

Appartengono alla prima categoria tutti gli interventi di risparmio energetico propriamente detto quali:

- ✓ *risparmio energetico nella climatizzazione;*
- ✓ *risparmio energetico negli usi finali elettrici;*
- ✓ *riduzione dei consumi degli autoveicoli.*

Appartengono alla seconda categoria la produzione di energia e/o servizi attraverso tecnologie e sistemi alternativi a minore impatto sull'ambiente quali:

- ✓ *sfruttamento delle energie rinnovabili: idroelettrica, solare (termico/fotovoltaico) biomasse/rifiuti, eolico;*
- ✓ *incremento dell'uso del trasporto urbano collettivo;*
- ✓ *riduzione delle emissioni dagli autoveicoli;*
- ✓ *riduzione delle emissioni associate al sistema di raccolta e smaltimento dei rifiuti urbani;*
- ✓ *promozione degli impianti di cogenerazione e rigenerazione;*
- ✓ *incremento della rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento;*
- ✓ *limitazione nelle emissioni di gas climalteranti (quali HFC, PFC, SF₆)*

5 L'URBANISTICA, LE TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO E LE POLITICHE ENERGETICHE

5.1 IL RUOLO DELL'URBANISTICA NEL PASSATO

La nascita della disciplina urbanistica moderna è riferita alla seconda metà dell'ottocento, uno dei primi esempi è il famoso Piano Haussmann di Parigi, attraverso il quale si fissavano altezze e parametri per gli edifici, un primo organico tentativo di ricondurre il patrimonio edilizio esistente ad un disegno guida passando da una splendida eredità ma confusa, in mezzo ad una città disorganizzata, in cui i monumenti erano circondati e isolati da un labirinto di strade: Parigi, in questo modo, è la prima delle grandi città ad adeguarsi all'epoca industriale.

I consumi energetici e le questioni ambientali non erano avvertite dalla pianificazione urbanistica, anche se si tenevano in considerazione le esigenze logistiche e trasportistiche (come gli accessi per le truppe militari, ecc.) che oggi potrebbero essere assimilate alle tematiche della mobilità (una delle principali fonti di inquinamento ambientale e spreco energetico). Altri esempi di teoria urbanistica ottocentesca sono rappresentati dalle cosiddette "città del sole", dei tentativi, per quanto utopici in partenza, di realizzare delle città a misura d'uomo – riproponendo un nuovo umanesimo - rinascimento, in contrapposizione ai modelli di architettura gotica rispetto ai quali l'uomo scompare di fronte all'entità architettonica.

Nonostante nel XIX secolo non si avvertissero le problematiche energetiche, proprio i consumi energetici determinavano la devastazione ambientale delle città, non solo di quelle industriali, poiché la materia prima era costituita dal carbone fossile e le sostanze inquinanti si riversavano su tutto il territorio, facendo cambiare addirittura il colore delle città e suscitando variazioni genetiche alle specie animali e vegetali. Proprio a partire dalla seconda metà dell'ottocento, l'Inghilterra, artefice della rivoluzione industriale e protagonista delle prime catastrofi ambientali, cominciò ad elaborare il modello urbanistico delle cosiddette Garden City (ved. Fig. 5.1.1), considerando l'ambiente come l'elemento primario e qualitativo del sistema insediativo.



Fig. 5.1.1 - Luis de Soissons, Piano Originale di Welwym, 1920

Altri esempi di pianificazione alla scala territoriale sono le città operaie costruite dagli industriali in Inghilterra e negli Stati Uniti durante la rivoluzione industriale (con maglie perpendicolari,

diventate in seguito lo schema direttore delle città americane – ved. Fig. 2); la Città in linea di Soria J. Mata, un progetto urbanistico assolutamente originale, basato su insediamenti lineari disposti lungo un complesso infrastrutturale, sui cui assi si concentrano tutti i servizi e i sistemi di trasporto destinati alle fasce urbanizzate limitrofe.



Fig 5.1.2 – Mappa dell' Illinois Central Rail Road, 1860

Altri modelli, durante la prima metà del novecento sono rappresentati dalle teorie urbanistiche dai Piani di Le Corbusier (Piano “Opus” di Algeri, ved. Fig 3 e 4), e il tentativo di Frank Lloyd Wright con il progetto “One mile high”, un grattacielo alto un miglio che concentrava l’insediamento umano in un’unica soluzione, considerando la mobilità in termini verticali e non più orizzontali.

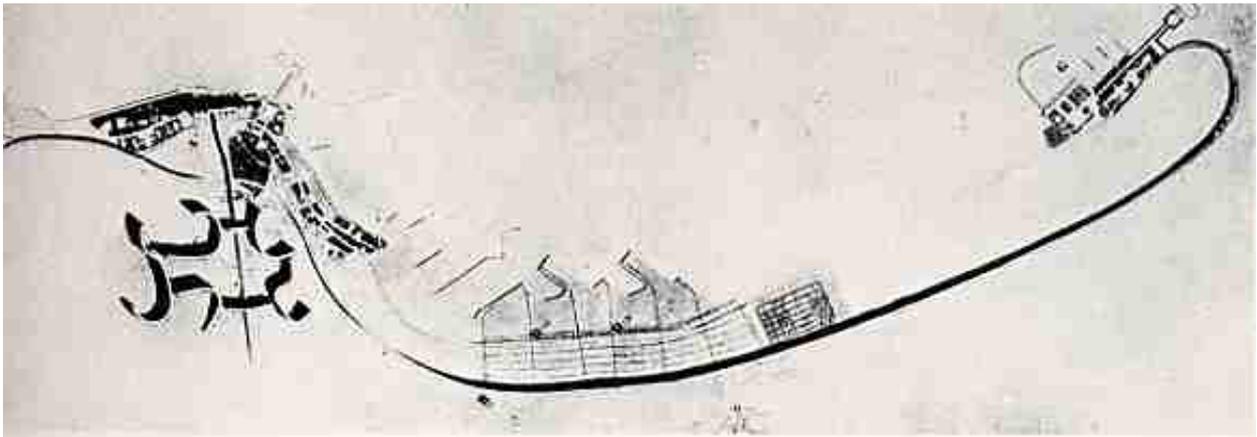


Fig 5.1.3 – Le Corbusier, Piano “Opus” per Algeri, 1930, planimetria

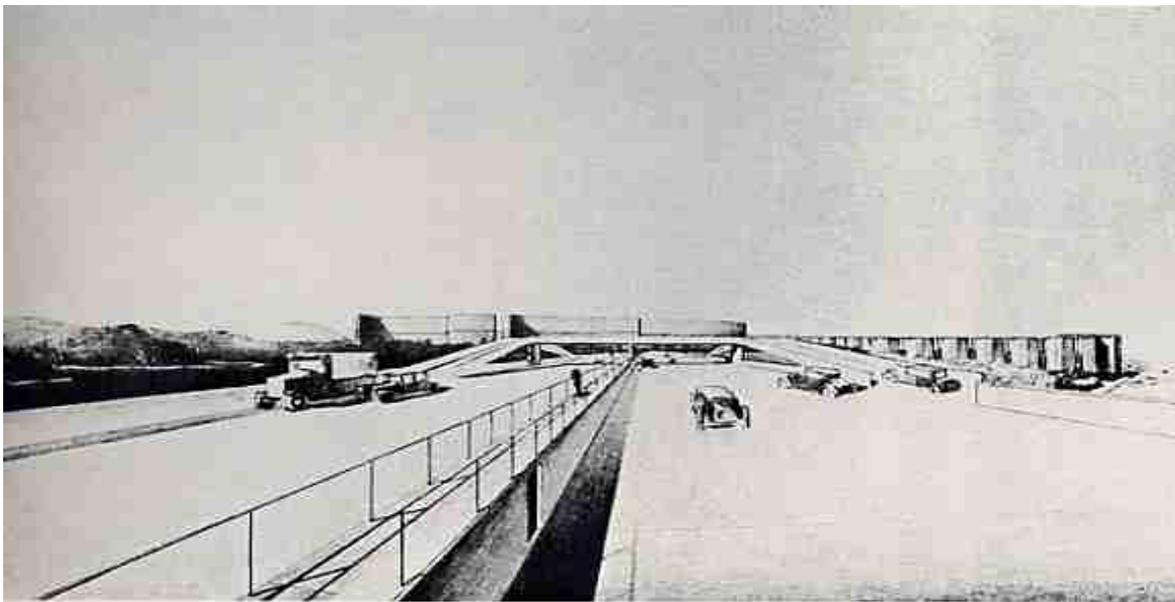


Fig 5.1.4 – Le Corbusier, Piano “Opus” per Algeri, 1930, veduta dell’autostrada sopraelevata

L’assetto delle città attuali non è del tutto riconducibile ai modelli urbanistici teorizzati, lo sviluppo dei trasporti non era certamente prevedibile e le questioni legate alla mobilità sono diventate insuperabili, il “verde” teorizzato dalle Garden City è un’utopia per molte metropoli. L’urbanistica, pertanto, non può avere degli algoritmi in grado di produrre sistemi ideali, ma uno strumento che deve cercare di gestire nel migliore dei modi i danni e gli elementi di valore dell’eredità e cercare di pianificare uno sviluppo futuro realmente sostenibile anche per le generazioni future.

5.2 IL RUOLO ATTUALE DELL'URBANISTICA

L'urbanistica attuale si confronta con le eredità del passato a cui si uniscono i fenomeni unici delle città di oggi, si pensi a Città del Messico che ha una popolazione di oltre 25.000.000 di abitanti o alla città di Los Angeles (che ha dato il nome al cosiddetto fenomeno urbanistico della "losangelizzazione" che indica l'allungamento longitudinale di una città) che è distribuita su un asse longitudinale di oltre 120 km. Pertanto, attualmente non esistono modelli embrionali da sviluppare (ad eccezione dei Paesi in via di sviluppo, dove è ancora possibile pianificare la nascita e l'evoluzione di nuove città) e bisogna confrontarsi con le problematiche ambientali, con il problema ormai ingestibile della mobilità delle merci e delle persone, la saturazione dello spazio e la mancanza di aree verdi all'interno della città, oltre che alle evoluzioni economiche e finanziarie che hanno portato la rendita fondiaria a valori elevatissimi nelle metropoli, rendendo impossibile agire su vasta scala in determinati contesti proprio per ragioni economiche.

Nel presente paragrafo, si individua il "Codice concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti" - promosso dall'ENEA con la collaborazione dell'Istituto Nazionale di Urbanistica (INU), dell'Associazione Nazionale dei Costruttori Edili (ANCE) e di altre associazioni - per proporre e analizzare alcune indicazioni e/o metodologie che, se applicate ai differenti livelli di pianificazione e progettazione, sono in grado di contribuire in maniera efficace al risparmio energetico nel settore residenziale. Il Piano energetico specifica i contenuti del Codice concordato - di seguito riportati - per applicarli al contesto del Comune di Modena.

Indicazione per gli strumenti urbanistici:

- Gli strumenti urbanistici devono favorire l'integrazione funzionale e classificare il territorio in aree dove coesistano diverse attività, tra loro compatibili, ed in aree di specializzazione, le quali comportano incompatibilità con le altre attività.
- Gli strumenti urbanistici devono attivare processi di densificazione, per contenere il consumo del suolo anche in relazione alla riduzione dei costi di distribuzione dell'energia e agli spostamenti, rendendo più flessibile l'utilizzo di edifici e quartieri.
- Negli strumenti urbanistici i criteri di **contabilità ambientale** devono costituire uno strumento di bilancio integrativo della contabilità economica e finanziaria.
- Il recupero ottimale dell'urbanizzazione e dell'edificato esistente e l'edilizia di sostituzione devono costituire criterio preferenziale rispetto alla creazione di nuovi insediamenti estensivi.
- Gli strumenti urbanistici dovranno essere corredati da schemi direttori di bonifica e di gestione delle acque piovane, al fine di garantire la salvaguardia del reticolo idrografico minore, la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, consentire l'irrigazione e, ove possibile, la pulizia degli spazi aperti connessi all'edificio.
- Gli strumenti urbanistici devono essere corredati da piani del verde che prevedono anche corridoi ecologici e trame verdi urbane per salvaguardare e promuovere la dotazione di spazi verdi.
- Gli strumenti urbanistici, inoltre, devono essere corredati da carte redatte utilizzando indici energetici fondiari (rapporto fabbisogno energetico/densità edilizia) per stabilire le priorità di intervento e per prevedere il fabbisogno energetico di edifici e gruppi di edifici.

Indicazioni per la mobilità attorno all'edificio

- Gli strumenti urbanistici devono essere adottati in coerenza con i Piani Urbani del Traffico, anche tenendo conto della fluidità dei percorsi veicolari che possono influenzare la vivibilità degli insediamenti edilizi, prevedendo accessi preferenziali ciclabili e pedonali.
- Gli strumenti urbanistici devono privilegiare la creazione di parcheggi sotterranei preferibilmente situati al di sotto degli edifici.

Indicazioni per l'aerodinamica dell'assetto urbano

- La configurazione geometrica dei raggruppamenti di edifici deve tenere conto delle interazioni con i venti principali ai fini del raffrescamento passivo di edifici e spazi aperti o, qualora necessario, prevedere elementi di protezione da correnti fredde.

Indicazioni per le fasi di progettazione e realizzazione degli interventi

Le fasi di progettazione, realizzazione, gestione, trasformazione e demolizione di tutti i processi edilizi devono garantire una relazione coerente con il sito, ed in particolare:

- la gestione ecologica dei caratteri dell'area per il miglior utilizzo delle risorse (microclima, morfologia, vegetazione, ombreggiamento, altri edifici, caratteri del suolo e sottosuolo, presenza di specchi d'acqua);
- la migliore utilizzazione delle opportunità del sito, considerando l'approvvigionamento energetico ed idrico, le reti di distribuzione, la mobilità, e la qualità dell'aria esterna;
- l'organizzazione delle aree oggetto di trasformazioni urbanistiche dovrà prevedere l'integrazione edificio/impianti/edifici limitrofi/spazi aperti, la corretta mobilità pedonale attorno all'edificio, la riduzione del fenomeno delle "isole di calore urbano".
- idonei accorgimenti volti a ottenere la riduzione dei rischi di inquinamento per l'edificio in questione e quelli limitrofi, quali le emissioni di sostanze inquinanti dagli impianti e dai materiali, la riduzione dei rumori all'esterno, l'abbagliamento.
- cercare di equilibrare il bilancio idrico all'interno dell'area di pertinenza degli edifici, con lo scopo di ridurre al minimo l'apporto di acqua di pioggia in fognatura, attraverso accorgimenti tecnici e naturali finalizzati ad un suo recupero integrale.

Inoltre, si deve garantire una scelta integrata di sistemi e componenti quali l'adattabilità e la durabilità degli edifici, l'uso di tecnologie appropriate (bioclimatiche, energetico-efficienti), una scelta ottimale dei prodotti con particolare preferenza verso quelli ecocompatibili e i materiali locali. Inoltre, il cantiere edilizio deve essere organizzato in maniera da minimizzare gli impatti negativi sull'ambiente, in particolare la gestione dei rifiuti deve consentire la riduzione del trasporto a rifiuto del terreno di scavo, l'eventuale utilizzazione in situ e il recupero dei materiali di demolizione.

Indicazioni per la gestione energetico ambientale dell'edificio

Gli impianti dell'edificio dovranno essere progettati in maniera tale da garantire l'efficienza nel tempo. Il ricorso alle energie rinnovabili dovrà essere attuato mediante l'utilizzazione di sistemi solari attivi e passivi e di ventilazione naturale. Il risparmio energetico, inoltre, potrà essere perseguito anche mediante impianti di cogenerazione, teleriscaldamento e teleraffreddamento urbano, mediante sistemi centralizzati di climatizzazione a contabilizzazione individuale, di pompe di calore utilizzanti anche eventuali acque di falda e superficiali come pozzo di calore. La gestione dell'acqua deve assicurare la riduzione del consumo di acqua potabile mediante l'adozione di sistemi a consumo differenziato, l'uso di acque non potabili, il riuso di acque grigie e la verifica della qualità dell'acqua mediante la previsione di idonei controlli che garantiscano l'efficienza degli impianti di distribuzione fino alle utenze.

Indicazioni per le caratteristiche di comfort e benessere

I progetti di intervento devono contenere prescrizioni volte alla limitazione dei rischi di inquinamento legato ai materiali, agli impianti, al loro uso e manutenzione, ai gas nocivi, ecc. garantendo:

- la verifica delle condizioni degli ambienti chiusi a maggior rischio di inquinamento;
- la compatibilità elettromagnetica degli impianti;
- il mantenimento e il miglioramento della qualità dell'acqua potabile, il trattamento delle acque non potabili, la gestione dei rischi dovuti all'uso di acque non potabili;

- la stabilità e l'omogeneità delle condizioni di benessere anche in modo diversificato rispetto ad ambienti con caratteristiche termoigrometriche differenti;
- l'isolamento acustico reciproco degli ambienti e rispetto all'esterno; la riduzione di fenomeni di riverberazione, eco e risonanza interni;
- un adeguato utilizzo della luce naturale, la mancanza di fenomeni di abbagliamento o surriscaldamento;
- il corretto illuminamento per luce artificiale ed il passaggio equilibrato e graduale dalla luce naturale a quella artificiale;
- la ventilazione naturale controllata, diretta o indiretta, di tutti gli ambienti con attenta valutazione di quelli in sovrappressione o in depressione;
- la previsione obbligatoria dell'inserimento di locali idonei, finalizzati alla raccolta e stivaggio dei rifiuti differenziati destinati al riciclaggio e/o alla eliminazione.

Indicazioni per la relazione ecosistemica e di efficienza gestionale dell'edificio

I progetti di intervento devono essere corredati da una relazione ecosistemica che, esplicitando logiche e criteri adottati, consenta la valutazione del costo energetico ambientale dell'intervento, con l'obiettivo della migliore valutazione del costo collettivo degli interventi.

La relazione deve contenere i bilanci relativi all'utilizzo delle risorse, individuando i limiti massimi di consumo secondo le seguenti indicazioni:

- energia: bilancio dei flussi energetici entranti e uscenti dall'edificio;
- acqua: bilancio del consumo dell'acqua contenente la percentuale dell'utilizzo dell'acqua piovana (filtrata naturalmente o depurata), la percentuale di acque grigie recuperate, i consumi di acqua potabile, il volume di acque grigie da mandare in fogna;
- aria: valutazione delle concentrazioni;
- materiali: bilancio dei costi energetico - ambientali per l'estrazione, la lavorazione, il trasporto, la posa in opera, l'uso e la dismissione; percentuale di materiali riciclati; percentuale di materiali riciclabili; materiali che possono contenere radon;
- paesaggio: bilancio ecologico contenente la valutazione degli assetti territoriali (morfologia, idrologia, ambiti di esondazione, visuali paesaggistiche), la percentuale di copertura vegetale, il bilancio dei trasporti per l'accesso, il bilancio della biodiversità.

La relazione deve contenere anche le indicazioni relative alla periodicità degli interventi di manutenzione con riferimento ai singoli elementi e ai componenti intesi come aggregazione di elementi.

Un simile approccio al mercato delle costruzioni e del recupero è in grado di fornire la cosiddetta "**certificazione energetica degli edifici**", ovvero, uno strumento di controllo delle prestazioni degli edifici in fase di realizzazione e gestione. La certificazione energetica è una pratica già diffusa in molti paesi europei e da qualche anno anche in alcune città italiane, spesso utilizzata come marchio di qualità dell'edificio, sia per il settore residenziale pubblico sia per quello privato. La certificazione energetica può pertanto ritenersi un valido strumento di controllo sulla sostenibilità degli interventi realizzati, nonché di sensibilizzazione del mercato, e quindi dei cittadini, ai temi del risparmio energetico.

5.3 L'URBANISTICA IN EMILIA ROMAGNA E LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE

La Legge regionale 24 marzo 2000 n. 20 *Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio*, meglio nota come nuova legge urbanistica regionale, pone un forte accento alla correlazione tra l'urbanistica e lo sviluppo sostenibile del territorio.

Le funzioni della pianificazione territoriale e urbanistica, così come indicato all'art. 2, sono configurate secondo obiettivi che considerano fondamentali l'integrità del territorio, delle sue risorse e della salubrità. Infatti, la Legge cita espressamente tra gli obiettivi il miglioramento della vita e la salubrità degli insediamenti umani, la riduzione della pressione degli insediamenti sui sistemi naturali e ambientali, attraverso opportuni interventi di riduzione e mitigazione degli impatti e prevede il consumo di nuovo territorio solo quando non sussistano alternative derivanti dalla sostituzione dei tessuti insediativi ovvero dalla loro riorganizzazione e riqualificazione. Il testo normativo sottolinea, all'art. 3, che la pianificazione debba garantire la coerenza tra le caratteristiche e lo stato del territorio e le destinazioni e gli interventi di trasformazione previsti, verificando nel tempo l'adeguatezza e l'efficacia delle scelte operate e prevedendo appositamente il **monitoraggio e il bilancio degli effetti sul territorio conseguenti all'attuazione dei piani**.

Pertanto, la Legge, oltre a limitare l'espansione favorendo il recupero e la riqualificazione dell'esistente, all'art. 5 *Valutazione di sostenibilità e monitoraggio dei piani*, prevede che i Comuni “provvedono, nell'ambito del procedimento di elaborazione dei piani, alla **valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e territoriale** degli effetti derivanti dalla loro attuazione, anche con riguardo alla normativa nazionale e comunitaria”, a tal fine, nel documento preliminare sono evidenziati i potenziali impatti negativi delle scelte operate e le misure idonee per impedirli, ridurli o compensarli. Gli esiti della valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale costituiscono parte integrante del piano approvato e sono illustrati da un apposito documento. Pertanto, la pianificazione territoriale e urbanistica persegue l'obiettivo della realizzazione delle previsioni in essa contenute e degli interventi necessari ad assicurarne la sostenibilità ambientale e territoriale.

Il documento preliminare, citato precedentemente, costituisce elemento costitutivo del quadro conoscitivo (atto che precede le scelte di pianificazione) condiviso del territorio e dei conseguenti limiti e condizioni per il suo sviluppo sostenibile. Il documento preliminare contiene le indicazioni in merito agli obiettivi generali che si intendono perseguire con il piano ed alle scelte strategiche di assetto del territorio, in relazione alle previsioni degli strumenti di pianificazione di livello sovraordinato e **l'individuazione di massima dei limiti e condizioni per lo sviluppo sostenibile del territorio**.

I cambiamenti imposti dalla nuova legge urbanistica in merito alla pianificazione comunale prevedono l'introduzione di nuovi strumenti: Piano Strutturale Comunale (PSC); Piano Operativo Comunale (POC); Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE). I riferimenti del PSC alle tematiche oggetto del presente Piano energetico riguardano i limiti e le condizioni di sostenibilità degli interventi e delle trasformazioni e l'individuazione delle infrastrutture di maggiore rilevanza. Il RUE, invece, contiene la disciplina generale delle tipologie e delle modalità attuative degli interventi di trasformazione e delle destinazioni d'uso. Inoltre, contiene le norme sulle attività di costruzione, di trasformazione fisica e funzionale e di conservazione delle opere edilizie, comprendendo anche le norme igieniche di interesse edilizio e la disciplina degli elementi architettonici e urbanistici, degli spazi verdi e degli elementi che caratterizzano l'ambiente urbano. Il POC, invece, è lo strumento urbanistico che individua e disciplina gli interventi di tutela e valorizzazione, di organizzazione e trasformazione del territorio nell'arco temporale di cinque anni, predisposto in conformità alle previsioni del PSC, senza poterne modificare i contenuti. E' il POC,

nello specifico, ad individuare le trasformazioni da assoggettare a precise valutazioni di sostenibilità e fattibilità e ad interventi di mitigazione e compensazione degli effetti

La nuova Legge urbanistica regionale istituisce la **Valutazione Preventiva della Sostenibilità Ambientale e Territoriale dei Piani (VALSAT)**, e la configura quale parte integrante del processo di pianificazione. I contenuti specifici sono l'acquisizione dello stato e delle tendenze evolutive dei sistemi naturali e antropici; assume gli obiettivi di sostenibilità ambientale; valuta, anche attraverso modelli di simulazione, gli effetti sia delle politiche di salvaguardia sia degli interventi significativi di trasformazione del territorio, considerando le possibili alternative; individua le misure per impedire, ridurre o compensare gli impatti delle scelte di piano; definisce gli indicatori per predisporre un sistema di monitoraggio degli effetti del piano, con riferimento agli obiettivi e ai risultati attesi.

Da quest'analisi generale della nuova legge urbanistica regionale e dalle opportunità di pianificazione a livello comunale emerge una notevole considerazione per politiche della sostenibilità ambientale. La definizione di indirizzi, strategie e interventi di carattere energetico sono perfettamente coerenti con gli obiettivi di sostenibilità ambientale del nuovo riferimento normativo. E' però necessario riscontrare che non esiste alcun preciso riferimento alla sinergia tra pianificazione urbanistica e pianificazione energetica, né a livello di piani regionali e provinciali, né a livello di pianificazione comunale. Mentre si riscontra all'art. 6 che le previsioni del POC relative alle infrastrutture per la mobilità possono essere modificate e integrate dal Piano Urbano del Traffico (PUT), non si riscontra alcuna possibilità di modificazione del POC (che insieme al PSC sostituisce il Piano Regolatore Generale, che era invece tenuto a recepire i contenuti del Piano energetico Comunale, ai sensi della Legge 10/91) da parte del Piano Energetico Comunale. Il testo normativo presenta pertanto una lacuna, ma è indicativo della scarsa considerazione che ha avuto la pianificazione energetica nell'ambito delle trasformazioni territoriali e urbanistiche.

Nonostante ciò, la nuova Legge urbanistica regionale rappresenta un'opportunità fondamentale per l'integrazione sinergica delle scelte di pianificazione urbanistica con le strategie per la razionalizzazione dell'uso dell'energia e di uno sviluppo sostenibile del territorio. Il processo di Agenda XXI attivato da Modena potrà partecipare alla definizione dei quadri conoscitivi della situazione attuale e alla valutazione della sostenibilità delle scelte di pianificazione. Data l'importanza del Regolamento edilizio nel disciplinare le trasformazioni e gli interventi sul territorio, nei prossimi paragrafi si analizzeranno i contenuti dell'attuale RUE del Comune di Modena e le possibili integrazioni con quanto indicato dalla Regione Emilia Romagna per favorire la diffusione della cosiddetta bioedilizia.

5.3.1 Il Regolamento urbanistico edilizio comunale

Il Regolamento Urbanistico ed Edilizio comunale é lo strumento più idoneo a trasformare le linee guida del Piano energetico in azioni organiche e coordinate: é però necessario che i tradizionali standard urbanistici non siano più intesi come "dotazione minima" ma come valore aggiunto alla qualità edilizia nell'ottica della sostenibilità ambientale. Per i suoi contenuti, il RUE si può considerare lo strumento attuativo e prescrittivo per lo svolgimento di tutte le trasformazioni edilizie ed urbanistiche, sia di recupero sia di nuova realizzazione, sia pubbliche sia private, che possono avvenire nel territorio del comune di Modena. In questo paragrafo, pertanto, si propone un'analisi dell'attuale RUE comunale approvato in data 20/12/2004, in seguito all'adeguamento del PRG alla nuova legge urbanistica regionale, che già contiene numerosi riferimenti espliciti al risparmio energetico. Per conseguire l'obiettivo del risparmio energetico nell'edilizia, si rende necessaria l'azione sinergica tra quanto verrà delineato dal presente Piano energetico e quanto invece prescritto dal Regolamento urbanistico ed edilizio comunale.

Il testo coordinato di norme di PSC POC RUE è attualmente suddivisa in undici parti distinte:

- Parte I. – Il sistema di pianificazione urbanistica comunale;
- Parte II. – Tutela del sistema ambientale;
- Parte III. – Il sistema delle infrastrutture per la mobilità e delle dotazioni territoriali;
- Parte IV. – La disciplina dell'utilizzazione del suolo – il sistema insediativo storico;
- Parte V. – La disciplina dell'utilizzazione del suolo – il territorio urbano;
- Parte VI. – La disciplina dell'utilizzazione del suolo – il territorio rurale;
- Parte VII. – Siti di interesse archeologico;
- Parte VIII. – Le trasformazioni del territorio e la disciplina dell'uso degli immobili;
- Parte IX. – Requisiti prestazionali degli immobili;
- Parte X. – Gli interventi edilizi – competenze procedure adempimenti;
- Parte XI. – Norme transitorie finali

Tutte le opere edilizie devono rispondere a requisiti tecnici oggettivi e misurabili, stabiliti dal RUE, in riferimento alle diverse esigenze riconosciute per le opere stesse, prescindendo dalle modalità di esercizio delle attività ivi insediate o insediabili.

La Parte IX del RUE, Requisiti prestazionali degli edifici, è a sua volta suddivisa nelle seguenti parti: capo XXIII - requisiti prestazionali, capo XXIV - spazi per la sosta ed il ricovero dei veicoli, capo XXV - altezze e distanze, capo XXVI - altre dotazioni obbligatorie, capo XXVII - usi urbanistici, capo XXVIII - requisiti tecnici e prestazioni degli edifici, capo XXIX - requisiti tecnici e prestazioni degli spazi esterni. In particolare, nei capi XXVIII e XXIX, sono specificati precisi requisiti tecnico-prestazionali, suddivisi in due categorie: **requisiti cogenti** e **requisiti raccomandati**.

Sono definiti **cogenti** i requisiti obbligatori, in quanto essenziali per la resistenza, la sicurezza, l'igiene ambientale, la fruibilità, l'accessibilità, la protezione dal rumore, **il risparmio energetico**, la durevolezza, la qualità morfologica e la gestione delle opere.

Sono definiti **raccomandati** i requisiti che non condizionano l'approvazione dei progetti e la certificazione della conformità edilizia delle opere.

L'attuale Regolamento Edilizio si avvale dello **Studio di impatto ambientale** (S.I.A. Art. 6.2) per la valutazione della compatibilità ambientale di un progetto urbanistico, edilizio o infrastrutturale, in un determinato contesto, anche secondo ipotesi progettuali alternative e con possibili soluzioni di mitigazione degli effetti. Ai fini della semplificazione dell'azione amministrativa, la valutazione di impatto ambientale, espressa ai sensi della L.R. n° 9/1999 in attuazione dell'Atto di Indirizzo di cui al D.P.R. 12/4/1996 (come previsto dalla Direttiva UE n° 11/1997) e dalle relative Direttive regionali di applicazione (deliberazione della Giunta regionale 15 luglio 2002, n. 1238 "Direttiva sull'attuazione L.R. 9/99 - Disciplina procedura valutazione impatto ambientale"; Linee guida generali per redazione e valutazione degli elaborati per la procedura di verifica (screening) e dello studio di impatto ambientale (S.I.A.) per la procedura di V.I.A. (art. 8, L.R. 9/99)"), mediante la Conferenza dei servizi, sostituisce tutti i nulla-osta di tipo paesaggistico ed ambientale, anche in variante allo strumento urbanistico vigente.

Lo Studio di Impatto Ambientale previsto dall'attuale RUE può essere considerato uno strumento che si avvicina alle richieste della L.R. 20/2000 in merito alla valutazione della sostenibilità, anche se necessita di maggiori approfondimenti. Procedendo ulteriormente nell'analisi del RUE comunale per evidenziare le ripercussioni sulle tematiche energetiche e ambientali, è necessario evidenziare nella **Lista delle esigenze** (Artt. 28.4 e 29.5) uno specifico punto sul risparmio energetico. Infatti, il Punto 7 **Risparmio energetico** cita testualmente: **"l'edificio ed i relativi impianti di riscaldamento, raffreddamento ed aerazione devono essere concepiti e costruiti in modo che il consumo di energia durante l'utilizzazione delle opere sia moderato, tenuto conto delle condizioni climatiche, senza che ciò pregiudichi il benessere termogrometrico degli**

occupanti”. In questo caso, si rende estremamente utile il confronto tra i requisiti cogenti dell’attuale Regolamento edilizio del Comune di Modena e quanto proposto dalla Delibera di Giunta regionale 21/2001 (vedi punto 5.3.4). I Requisiti Volontari proposti dalla Regione, infatti, alla “Famiglia” 3 - Benessere ambientale - alla Famiglia 6 - Uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche - alla Famiglia 8 - Uso razionale delle risorse idriche - e alla Famiglia 9 - Controllo delle caratteristiche nocive dei materiali da costruzione - si propongono come metodo analitico per la misurazione sia del risparmio energetico e idrico, sia come controllo dell’inquinamento emesso dai materiali impiegati per le costruzioni.

5.3.2 Piano energetico, regolamento edilizio ed obiettivi di Kyoto

Il Piano energetico é uno degli strumenti per cercare di raggiungere gli obiettivi assunti dal Comune di Modena per la riduzione, entro il 2012, **dell’1% nelle emissioni dei gas serra** rispetto al valore del 1990. A questo proposito il Piano energetico vuole individuare uno strumento per definire analiticamente:

- quali saranno le previsioni di immissione in atmosfera di CO₂ da parte dell’opera edilizia;
- stima del risparmio energetico (espresso in T.E.P.) ottenibile mediante le soluzioni tecnico-impiantistiche e progettuali proposte rispetto a soluzioni che raggiungono solo gli standard minimi di legge.

Nel caso di recupero edilizio, l’analisi comparativa dei consumi energetici antecedenti all’intervento e le stime legate alla ristrutturazione si pongono immediatamente come dati leggibili per la valutazione del risparmio energetico. Nel caso invece di nuove realizzazioni si procederà ad una comparazione tra le previsioni di consumo e il Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN), calcolato tramite il DPR 412/1993 e successive modificazioni.

5.3.3 Piano energetico e grande distribuzione commerciale

Rimane un altro punto importante che merita particolari approfondimenti e che si deve riflettere necessariamente nel Regolamento Urbanistico Edilizio: si tratta della cosiddetta **grande distribuzione commerciale**. Tale fenomeno ha assunto rilevanti significati, non solo dal punto di vista del “costume”, ma anche dal punto di vista delle richieste energetiche. Nel bilancio energetico complessivo dei grandi Centri Commerciali, che hanno bacini di utenza nell’ordine di decine di migliaia di persone e valicano anche i confini comunali, é necessario valutare sia i consumi energetici legati all’illuminazione, alla climatizzazione invernale e soprattutto estiva, ai consumi elettrici di tutti gli impianti, sia il contributo di sostanze inquinanti legate ai flussi di traffico veicolare. Il regolamento edilizio comunale attualmente richiede, per gli interventi ad uso terziario di maggiori dimensioni (superiori ai 20.000 mc), l’installazione di un Sistema Integrato di Controllo dei Consumi Energetici (REQ. N° XXVIII.7.1), l’adozione di un sistema reversibile a pompa di calore e l’adozione di un sistema frigorifero con recupero termico per centri commerciali e complessi terziari dotati di impianto frigorifero e/o di climatizzazione estiva con potenza superiore a 30kW (REQ. N° XXVIII.7.3).

Data la rilevanza dei Centri commerciali di grandi e medie dimensioni sul complessivo bilancio energetico comunale, si rende opportuno implementare quanto già richiesto dal vigente Regolamento urbanistico edilizio, per richiedere a questa particolare tipologia edilizia un approccio multidisciplinare legato a tutti i settori che possono apportare un complessivo beneficio ambientale e garantirne, almeno in parte, la sostenibilità: requisiti tecnici per gli impianti, controlli per l’illuminazione naturale e artificiale, accorgimenti e iniziative per la fluidificazione dei flussi di traffico di clienti, fornitori e dipendenti (secondo le indicazioni del Decreto Ronchi sugli spostamenti casa - lavoro), ecc.

L'obiettivo strategico, pertanto, è quello di arrivare alla proposizione di una metodologia progettuale in grado di assicurare la preventiva validazione ambientale di tutte le opzioni programmatiche prima della loro realizzazione, così da dare luogo ad uno strumento urbanistico improntato a criteri di tutela ambientale preventiva, in analogia con quanto richiesto dalla L.R. 20/2000.

5.3.4 Requisiti cogenti e requisiti raccomandati del RUE del Comune di Modena.

Il RUE comunale prevede, come detto in precedenza, che tutte le opere edilizie devono rispondere a specifici requisiti tecnici suddivisi in due categorie: requisiti cogenti e requisiti raccomandati, come precedentemente definiti.

Ai fini della legittimità dei titoli abilitanti alle trasformazioni, deve essere garantito il soddisfacimento dei requisiti cogenti, qualora le relative specifiche di prestazione indichino un livello minimo, facendo riferimento a norme vigenti, pertinenti allo specifico intervento. In caso contrario, le indicazioni contenute nella proposizione esigenziale del requisito saranno utilizzate quale riferimento metodologico ed obiettivo di progettazione, senza che ciò imponga livelli di soddisfacimento e metodi di verifica del requisito stesso.

Nei casi di interventi edilizi sull'esistente, possono essere previsti livelli di prestazione più contenuti, comunque finalizzati al miglioramento dell'esistente; quando riguardino solo una porzione (un sottosistema ambientale o una componente tecnologica) di un'unità edilizia o immobiliare, le norme prestazionali del RUE si applicano solo alla parte oggetto di intervento, fatte salve le ulteriori esigenze di adeguamento strettamente correlate.

La Lista delle esigenze relative ai requisiti tecnici e prestazioni degli edifici (Art. 28.4 – La lista delle esigenze) si compone di:

- Resistenza meccanica e stabilità
- Sicurezza in caso di incendio
- Igiene dell'ambiente
- Sicurezza nell'impiego
- Accessibilità e fruibilità
- Protezione contro il rumore
- **Risparmio energetico:** l'edificio ed i relativi impianti di riscaldamento, raffreddamento ed aerazione devono essere concepiti e costruiti in modo che il consumo di energia durante l'utilizzazione delle opere sia moderato, tenuto conto delle condizioni climatiche, senza che ciò pregiudichi il benessere.

La Lista delle esigenze relative ai requisiti tecnici e prestazioni degli spazi esterni (Art. 29.5 – La lista delle esigenze) si compone di:

- Fruibilità
- Sicurezza
- Igiene e qualità dell'ambiente
- Benessere
- Durevolezza
- Gestione e manutenzione
- Riconoscibilità e qualità morfologica

Ai fini del presente Piano si rende necessario specificare tutte le richieste prestazionali, sotto forma di lista dei requisiti tecnici (cogenti e raccomandati), in materia di contenimento dei consumi energetici ed idrici, ovvero:

REQ. N° XXVIII.3.2.: CONTROLLO DELLA COMBUSTIONE E DEI FUMI IN USCITA

ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE

SPECIFICA N° 7 **REQUISITO COGENTE**

E' il corretto funzionamento del gruppo termico, al fine di garantire un processo di combustione normale e l'espulsione di fumi con temperatura e caratteristiche adeguate, e quindi economia di esercizio e salvaguardia dell'ambiente.

REQ. N° XXVIII.3.4.: CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE

ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE

SPECIFICA N° 9 **REQUISITO COGENTE**

E' la possibilità che la ventilazione degli spazi chiusi di fruizione dell'utenza garantisca un ricambio d'aria sufficiente al raggiungimento del benessere respiratorio, igrotermico invernale ed estivo ed olfattivo, evitando il ristagno d'aria viziata, di impurità e di gas nocivi, nonché la formazione di colonie batteriche.

REQ. N° XXVIII.3.6.: CONTROLLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE

ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE

SPECIFICA N° 11 **REQUISITO COGENTE**

E' il contenimento, entro valori minimi e massimi stabiliti, della temperatura di tutte le superfici interne degli spazi di fruizione, con le quali l'utenza può entrare in contatto, al fine di limitarne i disagi per eccessivo irraggiamento.

REQ. N° XXVIII.3.7.: CONTROLLO DELLA TEMPERATURA INTERNA

ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE

SPECIFICA N° 12 **REQUISITO COGENTE**

E' la condizione che la temperatura interna dell'aria degli spazi chiusi di fruizione dell'utenza abbia un valore idoneo allo svolgimento delle attività previste, senza eccessive variazioni nello spazio e nel tempo.

REQ. N° XXVIII.3.8.: CONTROLLO DELL'UMIDITÀ SUPERFICIALE E INTERSTIZIALE

ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE

SPECIFICA N° 13 **REQUISITO RACCOMANDATO**

E' il conseguimento, negli spazi chiusi di fruizione dell'utenza, di un idoneo livello della temperatura di rugiada, tale da evitare la formazione di umidità per condensazione superficiale, nonché di infiltrazioni, di macchie e di muffe.

E' la condizione che all'interno dei componenti dell'involucro edilizio non si verifichino fenomeni di condensazione tali da pregiudicarne le caratteristiche tecniche.

REQ. N° XXVIII.3.9.: CONTROLLO DELL'UMIDITÀ RELATIVA

ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE

SPECIFICA N° 14 **REQUISITO COGENTE**

E' la condizione che il grado di umidità relativa, negli spazi chiusi di fruizione dell'utenza, sia contenuto entro valori minimi e massimi stabiliti con riferimento al benessere igrotermico invernale degli utenti.

<p>REQ. N° XXVIII.3.10.: CONTROLLO DELL'INERZIA TERMICA ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE SPECIFICA N° 15 REQUISITO RACCOMANDATO E' la condizione, nella stagione estiva, di adeguata limitazione degli apporti di calore agli ambienti interni, e di smorzamento e di sfasamento dell'onda termica del ciclo esterno, al fine di un soddisfacente benessere igrotermico. Nella stagione invernale, il requisito ottimizza l'impiego dell'impianto di riscaldamento.</p>
<p>REQ. N° XXVIII.3.16.: CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE NATURALE ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE SPECIFICA N° 21 REQUISITO COGENTE E' il raggiungimento di adeguate condizioni ambientali di benessere visivo per effetto dell'illuminazione naturale, negli spazi chiusi di fruizione dell'utenza; nei quali le aperture che consentono l'illuminazione naturale diretta, dovranno avere forma, dimensioni ed orientamento tali da assicurare un idoneo livello del fattore medio di luce diurna.</p>
<p>REQ. N° XXVIII.3.17.: CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE SPECIFICA N° 22 REQUISITO RACCOMANDATO E' la condizione di soddisfacente benessere visivo, in funzione delle attività svolte, conseguente all'illuminazione artificiale degli spazi ed alla qualità dell'illuminamento. Negli spazi di circolazione e collegamento, è la condizione di sicurezza di movimento degli utenti, garantita dall'illuminazione artificiale e dalla qualità dell'illuminamento.</p>
<p>REQ. N° XXVIII.3.18.: ASSENZA DI EMISSIONE E DI SOSTANZE NOCIVE ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE SPECIFICA N° 23 REQUISITO COGENTE E' la caratteristica dei materiali e degli elementi che delimitano spazi chiusi di fruizione dell'utenza, e degli impianti di fornitura servizi, di non emettere gas, vapori, polveri, particelle o radiazioni dannose per gli utenti, sia in condizioni normali d'esercizio, sia in condizioni critiche.</p>
<p>REQ. N° XXVIII.3.21.: OSCURABILITÀ ESIGENZA N° 3: IGIENE DELL'AMBIENTE SPECIFICA N° 26 REQUISITO COGENTE E' la possibilità di ottenere, a discrezione dell'utenza, negli spazi chiusi di fruizione, un opportuno oscuramento in relazione alle attività svolte, anche per consentire il riposo e contribuire al benessere igrotermico estivo. E' la possibilità di controllare, da parte dell'utenza, la radiazione solare incidente sulle superfici finestrate, per evitare il surriscaldamento estivo, <u>contribuendo al risparmio energetico</u>, senza ridurre eccessivamente l'illuminazione naturale interna.</p>
<p>REQ. N° XXVIII.6.3.: ISOLAMENTO ACUSTICO ESIGENZA N° 6: PROTEZIONE CONTRO IL RUMORE SPECIFICA N° 41 REQUISITO COGENTE E' l'attitudine degli elementi tecnici che costituiscono le strutture, le chiusure e le partizioni interne degli spazi chiusi di fruizione dell'utenza, a fornire adeguata resistenza al passaggio di rumori aerei, per assicurare un adeguato benessere uditivo. E' l'attitudine delle chiusure e delle partizioni che delimitano locali destinati ai servizi tecnici ed igienici, a fornire un'adeguata resistenza ai rumori trasmessi per via solida, attraverso le componenti impiantistiche, le tubazioni, ecc.</p>

REQ. N° XXVIII.6.4.: ISOLAMENTO AI RUMORI IMPATTIVI

ESIGENZA N° 6: PROTEZIONE CONTRO IL RUMORE

SPECIFICA N° 42 **REQUISITO COGENTE**

E' l'attitudine dei pavimenti e delle coperture praticabili ad un'adeguata resistenza alla trasmissione dei rumori che si generano quando sono percorsi da un'agente esterno, prodotto dall'utenza, da fattori meteorici o altro.

REQ. N° XXVIII.7.1.: CONTROLLO DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA E DELL'ACQUA SANITARIA

ESIGENZA N° 7: RISPARMIO ENERGETICO

SPECIFICA N° 44 **REQUISITO COGENTE**

E' la opportuna limitazione della temperatura dell'aria interna negli spazi chiusi riscaldati, quando l'impianto di riscaldamento è in funzione, al fine di contenere i consumi energetici e quindi i costi di esercizio dell'impianto.

E' la caratteristica dell'impianto idrosanitario di fornire acqua calda a una temperatura opportuna, tale da contenere i consumi energetici, con riferimento a esigenze di economia di esercizio.

REQ. N° XXVIII.7.2.: CONTROLLO DELLE DISPERSIONI, DELLA TENUTA ALL'ARIA E DELLA CONDENSAZIONE

ESIGENZA N° 7: RISPARMIO ENERGETICO

SPECIFICA N° 45 **REQUISITO COGENTE**

E' l'attitudine degli spazi chiusi, nel loro complesso, a minimizzare le dispersioni di calore, per trasmissione e per scambi d'aria con l'esterno. E' l'attitudine delle chiusure o partizioni che delimitano spazi chiusi riscaldati, a garantire un'opportuna impermeabilità alle infiltrazioni d'aria. E' la caratteristica delle chiusure di non subire danni, deformazioni o alterazioni a causa di fenomeni di condensazione che possono verificarsi al loro interno.

REQ. N° XXVIII.7.3.: OPZIONI IMPIANTISTICHE OBBLIGATORIE IN RELAZIONE A DETERMINATE TIPOLOGIE D'USO EDILIZIO

ESIGENZA N° 7: RISPARMIO ENERGETICO

SPECIFICA N° 46 **REQUISITO RACCOMANDATO**

E' la caratteristica che promuove l'utilizzo di alcune tipologie impiantistiche innovative, al fine di consumare minore energia termica e/o elettrica delle soluzioni tradizionali e ridurre l'impatto ambientale degli impianti a parità di comfort trasmesso agli utilizzatori.

REQ. N° XXIX.3.5.: RECUPERO E RISPARMIO IDRICO

ESIGENZA N° 3: IGIENE E QUALITÀ AMBIENTALE

SPECIFICA N° 18 **REQUISITO RACCOMANDATO**

E' la condizione di migliore utilizzo delle risorse idriche mediante sistemi di raccolta e recupero delle acque meteoriche e di riduzione del consumo di acqua potabile proveniente da falde sotterranee. Il requisito concorre a ridurre il volume degli scarichi di punta delle acque meteoriche sulle reti di smaltimento.

REQ. N° XXIX.4.1.: CONTROLLO DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA

ESIGENZA N° 4: BENESSERE

SPECIFICA N° 19 **REQUISITO COGENTE**

E' la condizione che negli spazi esterni di fruizione il livello equivalente di pressione sonora sia compatibile con le normali esigenze fisiologiche di benessere ambientale. Per la verifica di tale condizione, il territorio comunale è suddiviso in zone classificate ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97, a seconda della destinazione d'uso prevalente, in funzione della quale sono stabiliti i limiti massimi ammissibili dei livelli sonori equivalenti negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

<p>REQ. N° XXIX.4.3.: CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE ESIGENZA N° 4: BENESSERE SPECIFICA N° 21 REQUISITO RACCOMANDATO E' la condizione di soddisfacente benessere visivo, in funzione del tipo di fruizione prevista, dell'illuminazione artificiale degli spazi esterni.</p>
<p>REQ. N° XXIX.4.5.: CONTROLLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE ESIGENZA N° 4: BENESSERE SPECIFICA N° 23 REQUISITO RACCOMANDATO E' la condizione che le superfici con cui l'utente dello spazio esterno fruibile può normalmente entrare in contatto, non raggiungano valori di temperatura superficiale che ne compromettano il benessere, o pregiudichino la fruibilità degli spazi e degli elementi. E' la condizione di limitazione del riscaldamento e del re-irraggiamento delle superfici dello spazio esterno, e del relativo carico termico estivo, ai fini del miglioramento del microclima urbano.</p>
<p>REQ. N° XXIX.6.4.: SOSTITUIBILITÀ E RECUPERABILITÀ ESIGENZA N° 6: GESTIONE E MANUTENZIONE SPECIFICA N° 31 REQUISITO COGENTE E' l'attitudine a consentire in modo agevole, in caso di guasto grave o di obsolescenza funzionale e/o tecnologica, la sostituzione di elementi tecnici costitutivi o di parti di essi. E' l'attitudine dei materiali e degli elementi tecnici, in seguito alla loro rimozione o demolizione, di poter essere convenientemente riutilizzati o riciclati, anche con finalità di <u>salvaguardia ecologica e di risparmio energetico.</u></p>

L'attuale RUE comunale richiede perciò già numerose **caratteristiche**, direttamente o indirettamente, concernenti il **risparmio energetico**. Nel settore residenziale la richiesta energetica maggiore è legata al riscaldamento, espressa attraverso i punti 3.10. - Controllo dell'inerzia termica - e 7.3. – Opzioni impiantistiche obbligatorie in relazione a determinate tipologie d'uso edilizio – quest'ultima contenete il controllo del rendimento energetico degli impianti. Essa non è sufficiente nella sua attuale espressione a livello di semplice raccomandazione, mentre la sua trasformazione in requisito obbligatorio comporterebbe una sensibile diminuzione della richiesta energetica senza compromettere il comfort dell'utenza. Data l'importanza di quanto definito dai requisiti di cui al punto 3.10 e 7.3, il **Piano energetico propone di elevare la richiesta da raccomandata a cogente**, previa un'implementazione legata al confronto con i requisiti volontari proposti dalla Regione Emilia Romagna.

Dal punto di vista energetico è opportuno considerare anche i consumi legati all'illuminazione, considerando sia gli spazi chiusi sia quelli legati all'illuminazione pubblica di strade, piazze e parchi. Pertanto, il Piano vuole proporre di **elevare la richiesta dei requisiti 3.17 Controllo dell'illuminazione artificiale degli ambienti chiusi e 4.3. Controllo dell'illuminazione artificiale in riferimento agli spazi aperti, da raccomandata a cogente**, previa un'implementazione legata al confronto con i requisiti volontari proposti dalla Regione Emilia Romagna. Infatti, l'attuale richiesta dei requisiti in questione, oltre ad essere raccomandata e non obbligatoria, si riferisce esclusivamente al benessere visivo e alla sicurezza che gli impianti di illuminazione devono fornire, ma non si menziona il risparmio energetico ottenibile attraverso la razionalizzazione, legata sia alla tecnologia sia alla progettazione, degli attuali sistemi di illuminazione.

Un ulteriore richiesta del Piano energetico è quella di **elevare da raccomandata a cogente** il punto 4.5 Controllo della temperatura superficiale, relativamente agli spazi esterni, poiché la riduzione del surriscaldamento estivo delle grandi superfici esterne orizzontali e verticali (attraverso

assorbimento dell'irraggiamento solare), quali coperture degli edifici e grandi spazi di fruizione pubblica, nel periodo estivo consente un miglioramento del microclima ambientale (attraverso una riduzione della temperatura ambiente), ed in quello invernale una riduzione del fenomeno dell'inversione termica, che rappresenta una delle cause del ristagno di inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera.

5.3.5 Requisiti Volontari per favorire la diffusione della bioedilizia.

L'Amministrazione comunale ha tentato di promuovere gli interventi di bioedilizia attraverso incentivazioni a favore degli operatori privati. La strada adottata finora è stata quella di inserire i criteri della bioedilizia nelle norme tecniche dei piani particolareggiati, come è avvenuto ad esempio per il progetto di Cognento.

Tuttavia è necessario rilevare come il mercato non abbia ancora dato risposte significative; i principali ostacoli incontrati dagli operatori privati possono essere identificati nei seguenti casi:

- mancanza di economicità in rapporto all'aumento dei costi per sostenere gli interventi di bioedilizia rispetto ai vantaggi derivanti dalle incentivazioni;
- difficoltà nel verificare la rispondenza dei singoli requisiti in termini oggettivi e nel calcolare i punteggi derivanti;
- gli acquirenti non sembrano disposti a pagare un prezzo più alto per una casa maggiormente efficiente dal punto di vista energetico. Solo una nicchia di mercato è attualmente interessata a realizzare interventi (anche per le ristrutturazioni) che si ripaghino in un tempo superiore ai 6 - 8 anni, come sta accadendo, ad esempio, per i pannelli fotovoltaici;

I criteri adottati nei Piani particolareggiati per verificare la rispondenza dei requisiti alla bioedilizia sono sembrati troppo "soggettivi" e difficilmente recepibili, soprattutto per i costruttori. Inoltre, i provvedimenti adottati in termini di incentivi sono stati quasi ignorati, a causa della loro scarsa appetibilità sul mercato delle costruzioni.

L'Amministrazione potrà pertanto verificare la possibilità di recepire i criteri volontari della Regione Emilia Romagna in funzione della loro migliore comprensibilità ed "oggettività" mantenendoli volontari ma concedendo incentivazioni realmente "appetibili" per gli operatori, sia in termini di riduzione degli oneri di urbanizzazione sia di aumento delle cubature. Inoltre, attraverso un'attività concertativa tra le istituzioni e le rappresentanze degli operatori (ANCE, ordini professionali, ecc.) approfondire i requisiti sia in termini di maggiore specificità, di un'applicazione semplificata per gli interventi più modesti, di una contestualizzazione alle evoluzioni urbanistiche locali, sia in termini di sostenibilità economica.

Misure per favorire la diffusione della bioedilizia: requisiti volontari proposti dalla Regione Emilia Romagna e criteri orientativi per gli sconti sugli oneri di urbanizzazione.

Nel presente paragrafo si presenta quanto disposto dalle normative regionali per la diffusione della bioedilizia, in merito ai nuovi "Requisiti volontari delle opere edilizie", in sostituzione dei "requisiti raccomandati" di cui all'ALLEGATO B del regolamento edilizio approvato con Delibera di Giunta regionale 593/1995, già modificata con delibera di Giunta regionale n.268/2000 per quanto riguarda i "Requisiti cogenti" (allegato n. 2, prot. n. 30192 del 22/12/2000) e i "criteri orientativi per calibrare eventuali contributi o sconti in rapporto all'edilizia bioclimatica ed ecosostenibile, all'edilizia residenziale con impianti termici ad energia solare, ad interventi di ristrutturazione che garantiscono livelli di accessibilità superiori a quelli minimi richiesti dalla vigente normativa statale (allegato n.3, prot. n. 30197 del 22/12/2000).

I Requisiti raccomandati definiscono la qualità aggiuntiva alle dotazioni indispensabili per il prodotto edilizio, inoltre, possono definire il profilo qualificante che si vuole promuovere attraverso i programmi pubblici di contributi all'edilizia, anche in forma di sconti sugli oneri concessori. A riprova di ciò, la Regione Emilia Romagna tramite la DCR 134/2000 "Programmazione del 15% delle risorse destinate alle politiche abitative dalla deliberazione del Consiglio regionale n. 1356/2000 e delle economie di programmazione del quadriennio 1992-95", ha già individuato come uno dei temi prioritari per indirizzare la programmazione dei fondi la progettazione sperimentale di edilizia residenziale: "... progetti sperimentali di edilizia residenziale, che propongono soluzioni innovative di realizzazione tecnica e di gestione amministrativa di interventi indirizzati alle seguenti tematiche:

- soluzioni edilizie improntate al soddisfacimento di requisiti ecologici e bioclimatici, al risparmio energetico e alla *sostenibilità ambientale* che risultino conformi ai requisiti volontari predisposti dall'Ufficio Normativa e Ricerche, Servizio Qualità Edilizia;
- soluzioni edilizie e di cantiere improntate alla riduzione della quantità di rifiuti indifferenziati e al riutilizzo dei materiali riciclati mediante processi di gestione complessiva dei rifiuti prodotti in fase di costruzione e di demolizione".

La Regione ha delineato il passaggio da *Requisiti raccomandati* a *Requisiti volontari*, infatti, le norme per la qualità del prodotto non sono sufficienti da sole a garantire la qualità dell'edificio realizzato e la conservazione nel tempo delle prestazioni funzionali, spaziali, ambientali e tecnologiche richieste. Occorre anche la qualificazione degli operatori e quindi dell'intero processo di produzione edilizia, dalla progettazione al prelievo e trasporto dei materiali, all'organizzazione del cantiere, alla realizzazione, alla gestione tecnico-economica dell'edificio, alla fornitura di servizi di manutenzione, di gestione impianti tecnologici, di gestione di servizi complementari all'utenza. Nell'ottica della riqualificazione dei processi edilizi e degli operatori edilizi, i riferimenti normativi assumono il valore di "regole interne" che i diversi operatori del processo applicano in modo volontario in funzione degli obiettivi di qualità autonomamente richiesti dai programmi pubblici di incentivo o di sconto.

Il provvedimento regionale precedentemente menzionato aggiunge nuovi requisiti, strategici ai fini del presente Piano, corrispondenti alle esigenze di migliorare la qualità della vita nel rispetto dei limiti ricettivi degli ecosistemi, della possibilità di rinnovo delle risorse naturali, anche ai fini della loro conservazione alle generazioni future, dell'equilibrio tra sistemi naturali ed antropici in termini di eco-sostenibilità. Tra queste nuove esigenze è data particolare rilevanza all'uso delle interazioni tra edificio e fattori climatici per ridurre il consumo di energia non rinnovabile, anche in attuazione del protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni di CO₂.

I requisiti di eco-sostenibilità, di seguito elencati, sono stati scelti perché rispondono alle esigenze di risparmio di risorse energetiche ed idriche, propongono livelli di prestazione sicuramente raggiungibili in considerazione dell'attuale stato dell'arte in campo scientifico e nel settore edilizio, e soprattutto sono dimostrabili in maniera oggettiva in sede progettuale ed a lavori ultimati.

1. Prerequisito: analisi del sito

Le esigenze dell'edilizia ecosostenibile e bioclimatica sono fortemente condizionate dall'ambiente esterno, in riferimento al clima igrotermico e alle precipitazioni, alla disponibilità di risorse rinnovabili, di luce naturale e irraggiamento solare, o alla presenza di campi elettromagnetici o di climi acustici. Il sito, pertanto, determina le esigenze e condiziona (indirizza) le scelte progettuali da adottare per soddisfare i corrispondenti requisiti, tenendo conto che a sua volta l'ambiente esterno è modificato dall'intervento edilizio. Come già anticipato nei precedenti paragrafi, la valutazione dell'impatto dell'opera sull'ambiente è rimandata agli strumenti di pianificazione territoriale ed agli

strumenti urbanistici generali e attuativi prefigurati dalla L.R. 20/2000 “Disciplina generale sulla tutela e l’uso del territorio” agli artt. 5 e 6, o alle valutazioni di impatto ambientale.

Gli “agenti fisici caratteristici del sito”, invece, sono talmente condizionanti le scelte morfologiche del progetto architettonico e le scelte tecniche e tecnologiche della progettazione esecutiva necessarie per soddisfare i requisiti ecosostenibili e bioclimatici che non avrebbe senso soddisfare tali requisiti senza la contemporanea soddisfazione di un prerequisito “analisi del sito”, rivolto alla conoscenza dei dati sugli agenti fisici, che sono a tutti gli effetti i dati di progetto.

L’analisi, realizzata in fase metaprogettuale, comporta la ricognizione dei dati più facilmente reperibili in merito al clima igrotermico e precipitazioni, alla disponibilità di risorse rinnovabili, di luce naturale, al clima acustico e ai campi elettromagnetici, utilizzando come fonti la pianificazione urbanistica comunale o sovraordinata, le cartografie tematiche regionali e provinciali, i servizi dell’ARPA, i dati in possesso delle aziende per la gestione dei servizi a rete, ecc.

Famiglia 3 – Benessere ambientale

Requisito 3.1. - Temperatura superficiale nel periodo invernale

Per contribuire al benessere igrotermico degli utenti si propone di contenere la differenza tra la temperatura dell’aria interna degli spazi e la temperatura delle superfici che li delimitano, nonché di contenere le differenze di temperatura tra le superfici delimitanti lo stesso spazio, di evitare eccessivo surriscaldamento o raffreddamento delle superfici, tra l’altro prevenendo anche la formazione di umidità superficiale non momentanea (è indicata una modalità di calcolo progettuale per verificare il requisito).

Famiglia 6 - Uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche

Requisito 6.1 - Controllo dell’apporto energetico da soleggiamento estivo (ombreggiamento)

Si propone di favorire il risparmio energetico garantendo la climatizzazione estiva in modo naturale, sfruttando il *corretto orientamento dell’organismo edilizio*, la posizione e le caratteristiche delle finestre e la progettazione di opportuni elementi ombreggianti architettonici, di finitura o naturali. Il progetto deve essere verificato con i dati fisici caratteristici del sito e con l’impiego di maschere di ombreggiamento, come evidenziato nel paragrafo precedente.

Requisito 6.2 - Uso dell’apporto energetico da soleggiamento invernale

Il requisito deve essere soddisfatto contemporaneamente al Controllo dell’apporto energetico da soleggiamento estivo, e mira al risparmio energetico con la valorizzazione dell’apporto energetico solare sulle superfici finestrate. Anche in questa situazione si sfruttano *l’orientamento dell’edificio e delle finestre*, la possibilità di modificare in inverno la posizione delle schermature ombreggianti.

Requisito 6.3 - Risparmio energetico nel periodo invernale

Per incentivare la realizzazione di edifici concepiti per ridurre il consumo energetico necessario alla climatizzazione invernale, con conseguenze dirette sulle emissioni di CO₂ in atmosfera, riducendo la dispersione termica dell’edificio, aumentando l’inerzia e, inoltre, incentivando un maggior rendimento globale dell’impianto termico e gli apporti energetici “gratuiti”, provenienti, ad esempio, da serre, vetrate opportunamente esposte, ecc. I metodi di verifica progettuale e a lavori ultimati sono quelli utilizzati per la verifica del rispetto della Legge 10/91.

Requisito 6.4 - Protezione dai venti invernali

Il risparmio energetico per la climatizzazione invernale si realizza anche attraverso la protezione delle pareti dell’edificio maggiormente esposte ai venti invernali, per mezzo di elementi architettonici o vegetazionali esterni. La verifica progettuale si basa sulla conoscenza dei dati del clima igrotermico (vedi analisi del sito) e sulla documentazione delle soluzioni adottate per la protezione esterna.

Requisito 6.5 - Ventilazione naturale estiva

Per la riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione estiva grazie allo sfruttamento della ventilazione naturale, al preraffrescamento dell'aria immessa negli spazi di vita dell'edificio, all'uso di sistemi di ventilazione naturale forzata (camini di vento). La verifica progettuale comporta l'uso dei dati climatici del sito per il corretto posizionamento delle aperture ventilanti e degli spazi aperti di transizione tra esterno ed interno, utilizzabili per il preraffrescamento dell'aria (logge, porticati, pensiline, ecc.).

Requisito 6.6 - Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione estiva

Per il contenimento delle oscillazioni di temperatura dell'aria all'interno dell'organismo edilizio sfruttando la massa superficiale delle pareti che delimitano ciascuno spazio. Il requisito propone inoltre il metodo di calcolo progettuale dell'inerzia termica.

Requisito 6.7 - Uso dell'apporto energetico solare per il riscaldamento dell'acqua

Per favorire la progettazione di impianti idrici per usi sanitari che utilizzino l'energia ottenuta da pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua nel periodo esclusivamente estivo e per incentivare anche l'integrazione tra l'impianto a pannelli solari e l'eventuale impianto termico a bassa temperatura per ottenere un ulteriore risparmio.

Famiglia 8 - Uso razionale delle risorse idriche**Requisito 8.1 - Riduzione del consumo di acqua potabile**

Per incentivare l'impiego di dispositivi tecnici da applicare all'impianto idrico - sanitario per ridurre gli sprechi di acqua fornita dall'acquedotto. Si propone di sensibilizzare l'utenza per mezzo di appositi manuali d'uso e la predisposizione degli apparecchi per la contabilizzazione individuale dei consumi.

Requisito 8.2 - Recupero delle acque meteoriche

Per la predisposizione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalla copertura dell'edificio e se, con apposita rete duale, vengono consentiti usi compatibili delle acque meteoriche. Le verifiche comprendono la descrizione dettagliata dell'impianto, metodi di calcolo per il dimensionamento della vasca di accumulo, una soluzione conforme per la realizzazione del sistema di captazione, accumulo e filtro. Il requisito valorizza anche il ruolo delle aziende sanitarie locali e dell'ARPA per la definizione degli usi compatibili delle acque meteoriche.

Requisito 8.3 - Recupero delle acque grigie

Per il risparmio di acqua potabile ottenuto con il riuso delle acque grigie provenienti dagli scarichi di lavabi, vasche, docce, lavatrici, previo idoneo trattamento e accumulo. La verifica progettuale consiste nella descrizione dettagliata dell'impianto idrico sanitario, nel corretto calcolo del dimensionamento della vasca di accumulo e nell'adozione di una soluzione conforme per la realizzazione dell'impianto di riuso delle acque grigie con rete duale. Il requisito valorizza anche il ruolo delle Aziende sanitarie locali per la definizione delle tipologie dei trattamenti igienizzanti.

Famiglia 9 - Controllo delle caratteristiche nocive dei materiali da costruzione**Requisito 9.1 - Controllo delle emissioni nocive nei materiali da costruzione, delle finiture e degli impianti**

Attraverso l'indicazione, a lavori ultimati, delle caratteristiche dei materiali impiegati, si mira a disincentivare indirettamente l'uso di quelle sostanze potenzialmente nocive alla salute degli utenti, per le quali non esistono ancora previsioni legislative che né escludano l'impiego.

Requisito 9.2 - Asetticità

Per aumentare l'attenzione alla salubrità nella scelta dei materiali da utilizzare si chiede di documentare a lavori finiti, le caratteristiche di inattaccabilità da muffe e altri agenti biologici delle finiture superficiali di chiusure esterne e delle partizioni interne dell'edificio, le soluzioni tecniche

adottate, con riferimento alle giunzioni. Analoga documentazione viene richiesta per gli impianti, specialmente quello idrico sanitario, quello di raffrescamento naturale e quello di climatizzazione.

Requisito 9.3 - Riciclabilità dei materiali da costruzione

Per favorire indirettamente la limitazione della produzione di rifiuti edilizi si richiede la documentazione, a lavori ultimati, dei materiali presenti negli elementi strutturali, negli elementi di finitura, negli impianti, nelle pertinenze anche scoperte degli edifici. La documentazione deve evidenziare se si tratta di materiali usati in forma semplice o associati ad altri e quindi più o meno riciclabili in caso di futura demolizione. Inoltre, in richiamo al requisito 9.1 è necessario indicare anche se i materiali impiegati nell'edificio possono rivelarsi nocivi in corso di demolizione totale o parziale. Va evidenziato l'uso di materiali edili riciclati o reimpiegati, con particolare riferimento alla pavimentazione di spazi esterni e strade.

Criteri per la graduazione di contributi o sconti di programmi pubblici in rapporto all'applicazione di Requisiti volontari

I requisiti volontari, come già espresso all'inizio del paragrafo, hanno carattere di regole interne liberamente assunte dagli operatori edilizi per qualificare il proprio prodotto e definiscono il profilo di qualità richiesto da programmi pubblici, vuoi attraverso contributi vuoi attraverso sconti sugli oneri concessori. E' perciò utile, insieme all'adozione dei requisiti summenzionati, fornire anche criteri orientativi per calibrare contributi e sconti. La regione Emilia Romagna fornisce, oltre ai predetti requisiti, una proposta per l'adozione di criteri per l'applicazione degli sconti sugli oneri di urbanizzazione secondari, previsti dalla delibera di Consiglio regionale 849/1998, ai punti 1.6.4. Costruzioni bioclimatiche, ecologiche o realizzate con tecnologie alternative e non inquinanti, e alcune riflessioni sui punti 1.6.12. Interventi di edilizia residenziale dotati di impianto solare termico o di altro sistema di risparmio energetico, e 1.6.15 Interventi di ristrutturazione degli edifici che garantiscono un livello di accessibilità maggiore di quello imposto dal D.M.14.6.1989, n.236.

Per quanto riguarda la normativa sugli oneri di urbanizzazione, la Regione prevede che i Comuni possano liberamente valutare le indicazioni, tese ad esempio ad evidenziare come le esigenze da soddisfare siano condizionate da particolari contesti ambientali, socio economici e urbanistici, per scegliere di adottare anche solo alcuni dei requisiti, o per assegnare a tali requisiti pesi diversi da quelli attribuiti dalla Delibera regionale in questione.

I singoli programmi di contributi pubblici agli interventi edilizi stabiliranno invece quali Requisiti volontari siano necessari a definire lo specifico profilo di qualità dei prodotti edilizi richiesto dal programma per soddisfare le esigenze di utenze speciali o le **esigenze ecosostenibili**.

5.4 IL SETTORE RESIDENZIALE

L'indagine svolta dal Servizio Statistica del Comune di Modena sulla situazione abitativa a del Capoluogo riporta che su una superficie di mq. 183.632.000 del territorio comunale, l'incremento del patrimonio abitativo e' passato dalle 26.803 abitazioni nel 1951 alle 76.211 del 1991, con un incremento pari al 284,3% nell' arco di 40 anni.

L'analisi dei dati censuari sulle abitazioni fino al 1991 evidenzia un forte sviluppo abitativo, che va dagli anni '60 fino alla fine degli anni '70, coincidente con il forte incremento demografico della Città, per passare poi ad una fase di stasi edificatoria (n. 4.566 tra 1981-91).

I fattori strutturali che hanno generato un rallentamento del fenomeno abitativo degli anni '80, riguardano l'elevato stock del patrimonio esistente, ovvero la presenza di abitazioni costruite in precedenza, ma inutilizzate. Inoltre, la contenuta capacità di reddito delle famiglie e il costo del denaro hanno frenato la domanda, nonostante il costante incremento del numero di famiglie.

Malgrado questo ridimensionamento, il numero delle abitazioni costruite negli ultimi anni è in crescita (tabella 5.4.1). In particolare, nel corso del 2002 sono state ultimate 332 unità immobiliari.

A beneficiare nel corso del 2000 del massimo sviluppo edilizio-residenziale è stata la circoscrizione n. 4 - S.Faustino, S.Giuliano, Madonnina, 4Vile - nella quale sono state costruite n. 344 abitazioni corrispondenti ad oltre il 50% del totale rilevato nell'intero anno.

Tabella 5.4.1 – Abitazioni costruite a Modena nel periodo 1997-2002²²

Anno	Numero	Stanze	mq utili
1997	550	2.401	52.663
1998	344	1.600	37.131
1999	392	1.730	39.409
2000	694	2.760	60.762
2001	444	1.932	42.538
2002	332	1.526	36.839

Nelle tabelle che seguono è indicato l'andamento di alcuni indicatori energetici nel confronto con i principali paesi europei e sono riportati i consumi energetici unitari regionali del settore abitativo.

In base alla Tabella 5.4.3. riportata di seguito, si è calcolato l'indicatore relativo al consumo per m² per abitazione (kep/m²)²³ per il comune di Modena. Il calcolo di tale indicatore è stato sviluppato a partire dai dati sui consumi di elettricità e gas del settore residenziale, successivamente divisi per i m² di abitazione. Dovendo rapportare i consumi ai m² di abitazione, è stato possibile utilizzare unicamente i dati relativi al riscaldamento autonomo. L'indicatore calcolato per il Comune di Modena è pari a **14 kep/m²**.

²² Fonte: servizio statistico del Comune di Modena. Dati comprensivi delle abitazioni situate in fabbricati destinati prevalentemente ad uso non abitativo: fabb. colonici, industriali, artigianali, ecc.

²³ kep = chili equivalenti di petrolio pari a un millesimo di tonnellate equivalenti di petrolio (tep), la cui definizione è riportata al capitolo 6.2.2

Fig. 5.4.1 - Andamento del consumo energetico unitario per abitazione corretto con il clima medio europeo di alcuni paesi europei (tep/abitazione)

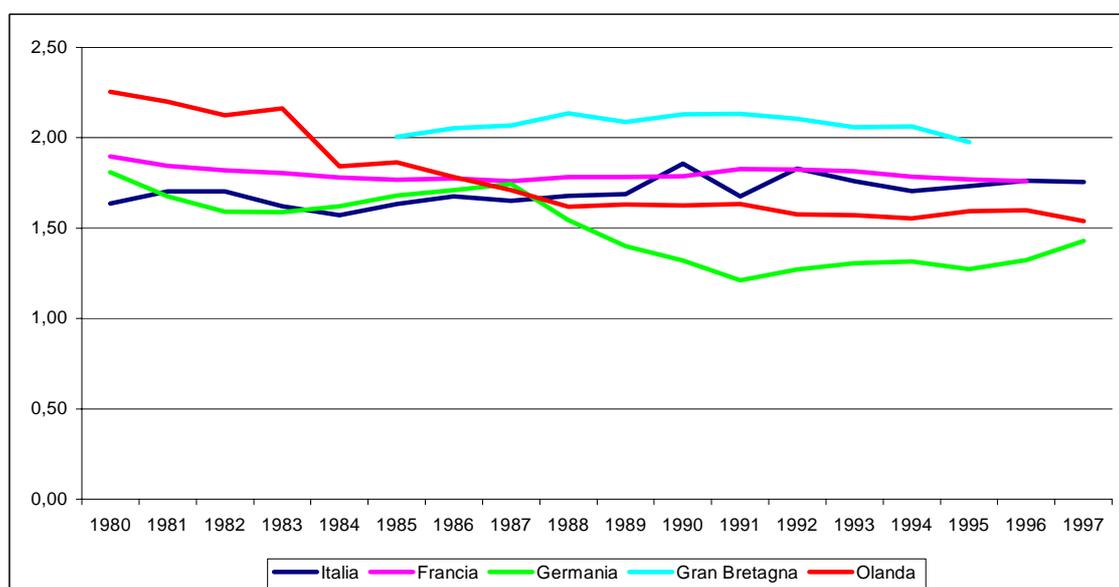


Fig. 5.4.2 - Andamento del consumo energetico unitario per riscaldamento per abitazione corretto con il clima europeo di alcuni paesi europei (tep/abitazione) - Piano Energetico Regione Emilia Romagna

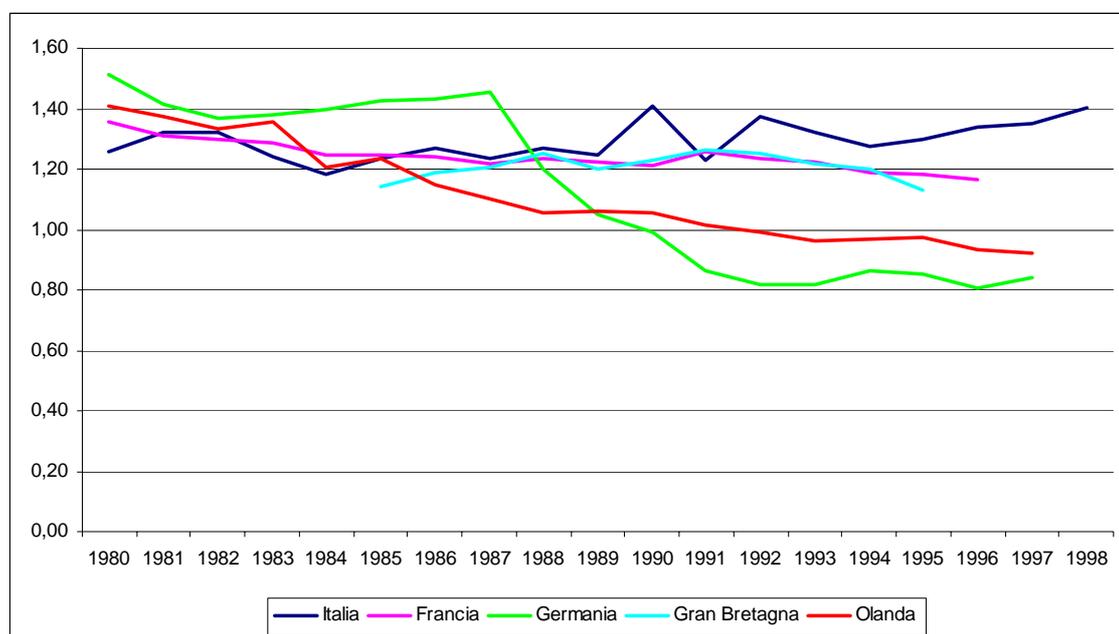


Tabella 5.4.2 - Consumo energetico per abitazione occupata (tep/ abitazione) - Piano Energetico Regione Emilia Romagna

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Piemonte	1,55	1,66	1,57	1,59	1,45	1,58	1,61
Valle d'Aosta	2,93	2,90	2,62	2,55	2,09	2,23	1,86
Lombardia	1,97	2,15	2,04	1,96	1,74	1,86	1,89
Trentino Alto Adige	1,69	1,71	1,65	1,59	1,55	1,69	1,7
Veneto	1,67	1,80	1,69	1,65	1,46	1,66	1,66
Friuli Venezia Giulia	1,45	1,20	1,46	1,5	1,3	1,44	1,42
Liguria	1,28	1,41	1,38	1,42	1,36	1,35	1,38
Emilia-Romagna	1,91	2,09	1,95	1,92	1,7	1,81	1,82
Toscana	1,36	1,50	1,36	1,43	1,23	1,36	1,29
Umbria	1,15	1,28	1,17	1,17	1,05	1,13	1,09
Marche	1,30	1,43	1,27	1,36	1,21	1,29	1,27
Lazio	1,18	1,22	1,15	1,19	1,12	1,18	1,15
Abruzzo	1,15	1,20	1,10	1,15	1,05	1,14	1,12
Molise	0,62	0,65	0,59	0,6	0,54	0,66	0,51
Campania	0,66	0,74	0,75	0,7	0,63	0,67	0,65
Puglia	0,72	0,77	0,75	0,76	0,69	0,75	0,78
Basilicata	0,72	0,83	0,75	0,78	0,69	0,73	0,7
Calabria	0,44	0,49	0,50	0,51	0,46	0,5	0,46
Sicilia	0,56	0,54	0,53	0,55	0,51	0,56	0,54
Sardegna	0,71	0,76	0,78	0,78	0,75	0,71	0,67
ITALIA	1,30	1,40	1,33	1,32	1,19	1,28	1,28

Tab. 5.4.3 - Consumo elettrico per abitazione occupata (tep/ abitazione) - Piano Energetico Regione Emilia Romagna

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Piemonte	2.422	2.440	2.454	2.476	2.506	2.472	2.480
Valle d'Aosta	3.358	3.438	3.399	3.484	3.483	3.419	3.464
Lombardia	2.520	2.548	2.590	2.619	2.673	2.687	2.657
Trentino Alto Adige	2.516	2.596	2.627	2.660	2.680	2.701	2.645
Veneto	2.511	2.596	2.621	2.657	2.680	2.691	2.674
Friuli Venezia Giulia	2.423	2.495	2.512	2.523	2.533	2.520	2.493
Liguria	2.304	2.370	2.395	2.432	2.469	2.439	2.485
Emilia-Romagna	2.499	2.509	2.538	2.592	2.648	2.690	2.666
Toscana	2.832	2.811	2.826	2.819	2.857	2.851	2.807
Umbria	2.522	2.559	2.595	2.643	2.660	2.606	2.619
Marche	2.294	2.342	2.391	2.429	2.454	2.483	2.495
Lazio	3.178	3.258	3.286	3.291	3.265	3.235	3.174
Abruzzo	2.310	2.384	2.420	2.436	2.473	2.501	2.471
Molise	1.967	2.063	2.089	2.112	2.120	2.111	2.113
Campania	3.033	3.209	3.215	3.225	3.182	3.159	3.074
Puglia	2.746	2.846	2.880	2.854	2.837	2.828	2.766
Basilicata	2.013	2.099	2.112	2.117	2.137	2.147	2.108
Calabria	2.589	2.697	2.766	2.757	2.740	2.724	2.705
Sicilia	2.981	3.175	3.270	3.260	3.201	3.192	3.069
Sardegna	3.258	3.594	3.640	3.586	3.577	3.434	3.348
ITALIA	2.681	2.760	2.794	2.809	2.820	2.811	2.771

Tab. 5.4.4 - Consumo energetico per m² per abitazione occupata (kep/m²) - Piano Energetico Regione Emilia Romagna

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Piemonte	17,6	18,6	17,6	17,7	16,0	17,4	17,7
Valle d'Aosta	36,3	35,5	31,9	30,9	25,1	26,7	22,1
Lombardia	21,6	23,2	21,9	21,0	18,5	19,7	19,9
Trentino Alto Adige	18,4	18,4	17,7	16,9	16,5	17,8	17,9
Veneto	15,5	16,5	15,5	15,0	13,3	15,0	14,9
Friuli Venezia Giulia	14,9	15,5	14,8	15,1	13,0	14,3	14,1
Liguria	15,7	17,2	16,6	17,1	16,3	16,0	16,4
Emilia-Romagna	19,4	21,2	19,6	19,1	16,9	18,0	17,9
Toscana	14,3	15,7	14,1	14,8	12,8	13,9	13,2
Umbria	11,6	12,8	11,6	11,6	10,3	11,1	10,6
Marche	12,9	14,1	12,4	13,2	11,7	12,5	12,2
Lazio	13,3	13,6	12,7	13,1	12,2	12,8	12,5
Abruzzo	11,9	12,3	11,3	11,7	10,6	11,5	11,2
Molise	6,7	7,0	6,2	6,3	5,6	6,9	5,3
Campania	7,4	8,2	8,4	7,8	6,9	7,3	7,0
Puglia	7,8	8,3	8,1	8,1	7,4	7,9	8,1
Basilicata	8,7	9,9	8,9	9,2	8,1	8,5	8,2
Calabria	4,8	5,3	5,3	5,4	4,9	5,2	4,8
Sicilia	6,1	5,8	5,7	5,9	5,4	5,9	5,6
Sardegna	6,9	7,3	7,4	7,4	7,0	6,7	6,3
ITALIA	14,0	14,9	14,1	13,9	12,4	13,3	13,2

5.4.1 Orientamento degli edifici

Il corretto orientamento degli organismi edilizi per le nuove realizzazioni agisce direttamente sia in relazione al risparmio energetico sia al miglioramento delle condizioni di confort per l'utenza. L'orientamento dell'edificio, infatti, è in grado di diminuire sensibilmente le richieste energetiche necessarie al riscaldamento nei mesi invernali grazie all'uso dell'apporto energetico del soleggiamento invernale, e, viceversa, durante i mesi più caldi; inoltre grazie all'integrazione del "sistema del verde" è possibile controllare l'apporto energetico derivante dal soleggiamento estivo. Il corretto orientamento dell'edificio, inoltre, deve considerare le ombre portate dagli edifici limitrofi e anche delle influenze dei venti principali, soprattutto per la protezione da quelli tipicamente invernali.

Inoltre, la corretta esposizione dell'edificio rispetto al sole, e quindi all'illuminazione naturale, consente sia un risparmio energetico legato alla minore necessità di luce artificiale, ma soprattutto aumenta notevolmente la qualità della luce e il confort per l'utenza. Al corretto orientamento dell'edificio dovrà però corrispondere una corretta progettazione degli elementi distributivi interni: ovvero si dovrà avere la massima cura che la distribuzione interna consenta alle singole unità abitative di avere affacci su più lati, per avere l'illuminazione naturale durante tutto l'arco della giornata, privilegiando i lati Est - Ovest per la captazione della luce solare, il lato Sud per la captazione del calore solare, avvalendosi anche di elementi bioclimatici come le *serre solari*.

Nello specifico è possibile attribuire alla funzione *orientamento degli edifici* conseguenze dirette sia in relazione all'uso dell'apporto energetico da soleggiamento invernale, sia al controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo (ombreggiamento) e al risparmio energetico nel periodo invernale.

Nell'analisi di questo criterio, anche in considerazione delle indicazioni già previste all'interno dei requisiti volontari proposti dalla RER, è possibile proporre che la mancata osservanza del migliore orientamento possibile consenta all'Amministrazione di non approvare il progetto alla scala dei Piani particolareggiati, a meno di situazioni particolari determinate dal contesto di riferimento.

Per il corretto orientamento del corpo edilizio e per progettare un uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche è necessario che la fase metaprogettuale sia rivolta anche alla conoscenza dei fattori climatici caratteristici del sito, come la disponibilità di luce naturale, il clima acustico, i campi elettromagnetici, l'accesso al vento e al sole, ecc.

L'analisi specifica dei "requisiti volontari delle opere edilizie", proposti dalla Regione Emilia Romagna, evidenzia precisi caratteri oggettivi per definire e valutare l'obiettivo relativo all'orientamento degli edifici. La valutazione proposta dalla Regione Emilia Romagna è stata effettuata sotto forma di schede, di cui si riporta una sintesi.

La scheda R.V.6.2 è relativa all'apporto energetico da **soleggiamento invernale**, poiché il soleggiamento consente di favorire l'apporto energetico del sole (gratuito e ad emissioni zero) nel periodo invernale, pur non impedendo il controllo energetico dovuto al soleggiamento estivo. E' possibile tenere in considerazione l'esposizione solare del corpo edilizio durante la progettazione urbanistica e architettonica/definitiva.

Il livello di prestazione del soleggiamento di ciascuno degli elementi trasparenti (finestre), delle chiusure degli spazi principali dell'organismo edilizio, nel periodo invernale, è fissato dai requisiti regionali uguale o superiore all'80%, verificato alle ore 10, 12, 14 del 21 dicembre (ora solare). In particolari condizioni del sito (presenza di manufatti ombreggianti l'organismo edilizio) il livello è convenzionalmente raggiunto con il soleggiamento pari all'80% di ciascuna delle finestre dei piani non in ombra nelle ore in cui va verificato il requisito.

Le verifiche per questo requisito possono essere fatte sia in fase progettuale sia a lavori ultimati. Durante la fase progettuale è possibile verificare tramite l'uso di maschere di ombreggiamento

(costruite mediante diagramma solare o assonometria solare o goniometro solare) l'orientamento dell'organismo edilizio nel lotto, la posizione, la dimensione e le caratteristiche delle chiusure trasparenti, degli aggetti esterni e le caratteristiche degli elementi di vegetazione nelle pertinenze dell'organismo edilizio. L'utilizzo della progettazione su CAD semplifica enormemente questa valutazione, consentendo di visualizzare e misurare le superfici finestrate illuminate dal sole nelle ore stabilite. L'orientamento dell'organismo edilizio, le caratteristiche degli elementi trasparenti delle chiusure (es. forma degli sguinci, orientamento dell'infisso nel piano verticale), il relativo dimensionamento e la localizzazione, la disposizione e dimensione degli aggetti esterni e di eventuali elementi di finitura mobili devono favorire la massima incidenza dei raggi solari nel periodo invernale nell'organismo edilizio.

E' importante rilevare che anche il comportamento da parte dell'utenza è fondamentale per la corretta gestione stagionale o giornaliera di eventuali elementi di finitura mobili (tende da sole, pannelli verticali esterni mobili). Sono utili manuali d'uso dell'alloggio e dell'organismo edilizio.

Il contesto, analizzato attraverso gli **agenti caratteristici del sito**, influenza il requisito in oggetto poiché caratterizzato da uno specifico clima igrotermico, dalla disponibilità di fonti energetiche rinnovabili (soleggiamento), dal condizionamento da parte della morfologia naturale e degli elementi caratterizzanti il paesaggio antropizzato (es. colture; presenza di specie vegetazionali a foglia caduca) e dalla presenza di manufatti ombreggianti.

La posizione dell'edificio nel lotto, le caratteristiche e la posizione delle aperture, degli aggetti (cornicioni e balconi, pensiline) degli elementi di finitura e degli elementi di transizione interno-esterno (es. porticati e logge), invece, influiscono profondamente sulla definizione del tipo edilizio e quindi possono trovare vincoli nella pianificazione urbanistica.

La scheda R.V.6.1. è relativa al controllo dell'apporto energetico da **soleggiamento estivo** (ombreggiamento) – poiché attraverso il corretto orientamento dell'edificio è possibile evitare il surriscaldamento estivo dell'organismo edilizio, utilizzando l'ombreggiamento, senza contrastare l'apporto energetico dovuto al soleggiamento invernale. Per caratteristica valgono le medesime considerazioni fatte per il requisito relativo all'apporto del soleggiamento invernale, in termini di complementarietà.

La scheda R.V.6.3. è invece riferita al risparmio **energetico nel periodo invernale**, conseguibile anche con i due requisiti precedentemente proposti. Gli edifici, infatti, devono essere concepiti e realizzati in modo da consentire una riduzione del consumo di combustibile per il riscaldamento invernale, intervenendo sull'involucro edilizio, sul rendimento dell'impianto di riscaldamento e favorendo gli apporti energetici gratuiti derivanti dal corretto orientamento dell'edificio. Le fasi che interessano questo requisito sono riconducibili alla progettazione architettonica/definitiva, alla progettazione esecutiva, alla manutenzione e alla gestione degli impianti.

L'interferenza con altri requisiti inerenti all'orientamento del corpo edilizio sono l'uso dell'apporto energetico da soleggiamento estivo e l'uso dell'apporto energetico da soleggiamento invernale.

5.4.2 Il risparmio energetico applicato al patrimonio edilizio esistente - Ristrutturazioni – Detrazioni IRPEF 36% - Iva agevolata al 10% - Altre disposizioni adottabili dall'Amministrazione comunale.

L'Amministrazione comunale intende fornire la massima pubblicizzazione delle iniziative per favorire, sotto forma di agevolazioni, gli interventi di ristrutturazione in grado di apportare un'effettiva riduzione dei consumi, ed un aumento delle prestazioni energetiche e il ricorso a fonti energetiche rinnovabili - calcolato sul FEN. Alcune misure sono già disponibili per il cittadino, altre invece potrebbero essere adottate dall'Amministrazione. Inoltre, la pubblicizzazione delle iniziative

potrebbe essere promossa anche dagli operatori del settore, in alcuni casi più a contatto con l'utente finale.

Detrazione IRPEF del 36%

Questa misura di agevolazione fiscale consente di detrarre il 36% delle spese effettuate per la manutenzione e il recupero dell'edilizia residenziale (al momento della stesura del presente documento, la detrazione è possibile, non siamo in grado di sapere se l'agevolazione sarà mantenuta anche nei prossimi anni). Nel presente paragrafo sono messi in evidenza gli interventi rivolti al risparmio energetico (opuscolo n. 16 "detrazione Irpef per interventi di risparmio energetico nella casa" - ENEA). Possono accedere al beneficio tutti i contribuenti che pagano l'Imposta sul reddito delle persone fisiche (IRPEF), lavoratori dipendenti ed autonomi, liberi professionisti, pensionati, ecc. che siano possessori o detentori di una o più abitazioni, anche rurali, ad uso abitativo. Nello specifico, riportiamo gli interventi riferiti al risparmio energetico e allo sfruttamento delle fonti rinnovabili d'energia, che possono usufruire dei benefici fiscali:

- opere di coibentazione dell'involucro edilizio;
- opere di coibentazione di reti di distribuzione di fluidi termovettori;
- impianti di climatizzazione e/o produzione di acqua calda sanitaria utilizzando pannelli solari;
- impianti che utilizzano pompe di calore per climatizzazione ambiente e/o produzione di acqua calda sanitaria;
- impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica;
- generatori di calore che, in condizione di regime, presentino un rendimento, misurato con metodo diretto, non inferiore al 90%;
- generatori di calore che utilizzino come fonte energetica prodotti di trasformazione di rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali a condizione che, in condizioni di regime, presentino un rendimento, misurato con metodo diretto, non inferiore al 70%;
- apparecchiature per la produzione combinata di energia elettrica e calore;
- apparecchiature di regolazione automatica della temperatura dell'aria all'interno delle singole unità immobiliari o dei singoli ambienti, purché, in quest'ultimo caso, applicati almeno al 70% degli ambienti costituenti l'unità immobiliare;
- apparecchiature di contabilizzazione individuale dell'energia termica fornita alle singole unità immobiliari;
- trasformazione, legittimamente deliberata, di impianti centralizzati di riscaldamento in impianti unifamiliari a gas per la climatizzazione e la produzione di acqua calda sanitaria;
- sostituzione di caldaie – acqua elettriche con caldaie – acqua alimentate a combustibile;
- sorgenti luminose aventi un'efficienza maggiore o uguale a 50 lumen/Watt, nel limite massimo annuo di una sorgente luminosa per vano dell'unità immobiliare.

Altre misure incentivanti per il cittadino per favorire gli interventi edilizi volti al risparmio energetico potrebbero riguardare:

- Aliquota ICI agevolata;
- Esenzione dalla Tassa sull'occupazione di suolo pubblico;
- Sconto sugli oneri di urbanizzazione per la ristrutturazione edilizia;
- Deroga sulle distanze e sulle altezze per facilitare la realizzazione di cappotti termici;
- Premi di cubatura ed altre forme di incentivazione basate sulla variazione di indici relativi alla costruzione.

5.5 IL SETTORE PRODUTTIVO

L'indagine, svolta dal Servizio Statistica del Comune di Modena, dimostra che la situazione dei fabbricati destinati ad attività economica del Capoluogo è in notevole sviluppo: le nuove costruzioni e gli ampliamenti nel corso dell'anno 2000 sono stati di 101.891 m², per un volume complessivo di 622.186 m³. Gli incrementi edilizi analizzati secondo la destinazione d'uso evidenziano una crescita nei settori del commercio (35,54% sul totale costruito), dei servizi (16,42%) e dell'industria - artigianato (13,42%). L'espansione edilizia non residenziale nel corso del 2000 si è sviluppata in forma omogenea, interessando tutte le zone del territorio comunale (ad esclusione della circ. 1 Centro Storico - S.Cataldo). Nell'anno 2004 le nuove costruzioni non residenziali hanno subito un calo, mantenendosi comunque su valori importanti, pari a 65.164 m², per un volume complessivo di 610.416 m³. Gli incrementi edilizi analizzati secondo la destinazione d'uso evidenziano una crescita prevalentemente nel settore dell'industria e dell'artigianato (66,50%) con una forte battuta d'arresto nei settori del commercio e dei servizi, come evidenziato in tabella 5.4.5. L'espansione edilizia non residenziale nel corso del 2004 si è sviluppata essenzialmente nella circoscrizione 2 (S.Lazzaro - ModenaEst - Crocetta), con il 62,6% della superficie complessivamente edificata, e secondariamente nelle altre circoscrizioni, ad esclusione della circ. 1 (Centro Storico - S.Cataldo).

Esistono infine attività edilizie, oltre a quelle sopra citate, che non rientrano nel campo d'osservazione Istat ma che trovano, all'interno del territorio comunale, un forte sviluppo (incrementato anche dagli incentivi fiscali concessi in questi ultimi anni); queste opere riguardano le ristrutturazioni, la manutenzione ordinaria e straordinaria dei fabbricati.

Tab. 5.4.5 – Attività edilizia non residenziale nel Comune di Modena (anno 2004)

SETTORE ATTIVITA' ECONOMICA ²⁴	Super. Totale		Volume	
	mq	%	mc	%
agricoltura	6.376	9,78	241.990	39,64
industria e artigianato	43.336	66,50	293.970	48,16
commercio – eser. alber.	-	-	-	-
servizi	-	-	-	-
totale att. econom.	49.712	76,28	535.960	87,80
Altra attività	15.452	23,72	74.456	12,20
Totale	65.164	100,00	610.416	100,00

5.5.1 La Terziarizzazione

La struttura produttiva presente sul territorio ha recentemente subito una graduale trasformazione, così come è accaduto in tante altre realtà che si sono sviluppate sulla base di un'economia moderna. Infatti, mentre in un primo momento si era assistito ad una prevalenza del settore industriale su quello agricolo, negli ultimi anni si è verificata un'inversione di tendenza caratterizzata dall'affermazione del settore terziario.

Il processo di terziarizzazione ha coinvolto non solo il territorio comunale, ma anche quello provinciale, comportando un forte incremento delle imprese che erogano servizi.

Dall'analisi dei dati medi del 1999, elaborati dal Comune di Modena, per settore di attività economica, si rileva che l'aumento complessivo dell'occupazione è prodotto da una crescita di addetti del 3,2% nel **terziario** (settore che comprende oltre il 60% dei lavoratori modenesi, pari a

²⁴ Il settore di attività economica è stato attribuito in base alla destinazione prevalente del fabbricato.

I servizi comprendono: i trasporti e le comunicazioni, il credito e le assicurazioni.

Le altre attività comprendono: gli edifici pubblici, gli edifici scolastici

circa 50 mila occupati), controbilanciato da un calo di occupati nell'**industria** (-1,5%), che impiega circa 28 mila addetti. In calo anche il settore primario, che però assorbe soltanto l'1,4% dei lavoratori. Infatti, i dati riportati nella seguente tabella dimostrano un deciso aumento dell'occupazione nei servizi a prevalente impiego pubblico (Pubblica Amministrazione, Istruzione, Sanità), nei servizi alle persone e nei pubblici esercizi.

In lieve aumento anche gli addetti ai trasporti e alle telecomunicazioni e al credito e alle attività finanziarie, rimane sostanzialmente stabile l'occupazione nel ramo delle attività professionali. In flessione invece il comparto commerciale, al cui interno calano il numero di addetti al commercio all'ingrosso, a fronte di una stabilità nel commercio al dettaglio. Infine, l'occupazione diminuisce anche per un insieme di altri servizi, che comprende le assicurazioni, le attività immobiliari, il noleggino, l'informatica, la ricerca e le organizzazioni associative.

	Occupati nel 1999	Comp. %	Var. % sul 1998
- <i>Servizi</i>	50.139	63.0	+3.2
- <i>commercio e riparaz.</i>	12.979	16.3	-2.9
- <i>alberghi e ristoranti</i>	2.598	3.3	+22.5
- <i>trasporti e telecomun.</i>	2.573	3.2	+2.9
- <i>credito e att. Finanz.</i>	3.055	3.8	+0.6
- <i>studi professionali</i>	5.524	6.9	-0.4
- <i>altri servizi</i>	3.607	4.5	-16.9
- <i>servizi alle persone</i>	4.009	5.1	+8.7
- <i>pubblica ammin.</i>	4.840	6.1	+11.9
- <i>sanità</i>	5.129	6.4	+9.3
- <i>istruzione</i>	5.824	7.3	+16.8

5.5.2 Incentivazione all'analisi energetica nel settore produttivo e terziario

L'analisi energetica degli edifici adibiti ad attività produttive e all'erogazione di servizi è già da tempo considerata un importante strumento al fine di ridurre i consumi energetici.

La legge 10/91 Art. 10. - *Contributi per il contenimento dei consumi energetici nei settori industriale, artigianale e terziario* - ha in parte affrontato il problema di riduzione dei consumi di energia in tali settori attraverso la concessione di "...contributi in conto capitale fino al 30 per cento della spesa ammissibile preventivata, per realizzare o modificare impianti fissi, sistemi o componenti, nonché mezzi per il trasporto fluviale di merci..." o per realizzare "...interventi riguardanti impianti con potenza fino a dieci megawatt termici o fino a tre megawatt elettrici relativi ai servizi generali e/o al ciclo produttivo che conseguano risparmio di energia attraverso l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia e/o un migliore rendimento di macchine e apparecchiature e/o la sostituzione di idrocarburi con altri combustibili". La legge 10/91 inoltre prevede che "...entro il 30 aprile di ogni anno i soggetti operanti nei settori industriale, civile, terziario e dei trasporti che nell'anno precedente hanno avuto un consumo di energia rispettivamente superiore a 10.000 tonnellate equivalenti di petrolio per il settore industriale ovvero a 1.000 tonnellate equivalenti di petrolio per tutti gli altri settori, debbono comunicare al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato il nominativo del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia".

Recentemente è stato dimostrato un crescente interesse soprattutto nei confronti della riduzione dei consumi energetici nel settore terziario. Infatti, il 23 luglio 2002 è stato pubblicato, sulla Gazzetta

Ufficiale n. 171, un bando che disciplina le procedure per il finanziamento di attività di analisi energetiche nel settore terziario, mirate alla definizione del potenziale risparmio elettrico. Il bando è destinato alle aziende distributrici di energia elettrica con almeno 100.000 utenti, le quali possono presentare domanda di contributo nell'ottica di applicare i Decreti Ministeriali, approvati dal Ministero Industria il 24/04/2001, che definiscono gli obiettivi quantitativi di risparmio energetico da raggiungere da parte delle aziende distributrici di energia elettrica e gas nel periodo 2002-2006.

In relazione all'analisi dei consumi elettrici degli edifici nel settore terziario, l'Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena (AESS) ha recentemente ottenuto i finanziamenti per lo sviluppo del Progetto europeo Altener, relativo a *"Integrazione del risparmio elettrico e acquisto di energia elettrica negli edifici per uffici"*, rivolto a diffondere un metodo per l'analisi dettagliata della domanda di elettricità negli edifici per l'identificazione dei risparmi energetici e a motivare i proprietari e gli utenti di tali edifici ad acquistare "energia verde" prodotta da fonti rinnovabili. Il progetto è orientato a diffondere un comune metodo per l'analisi della domanda di elettricità e identificare i potenziali risparmi, individuando un metodo di calcolo in grado di dimostrare come le misure di risparmio energetico e l'acquisto di energia verde in termini di domanda, di costo e di riduzione di CO₂ possano essere combinati in modo attrattivo. Ciascun partner dovrà, in tale contesto, realizzare l'analisi energetica in 5 edifici per uffici e individuare alcune misure da introdurre per diminuire i consumi. Il consorzio dei partner è costituito da 10 agenzie per l'energia:

- Energiereferat – Francoforte
- Energieagentur – Monaco
- Energieagentur – Berlino
- Energiesparverband
- Energieagentur – Graz
- Sustainable Energy Action – Southwark, Londra
- Rhonealpeenergie Environment Agency – Lione
- Ecoserveis – Barcellona
- AESS – Modena
- SEVEN- Agency – Praga

La collaborazione del settore terziario con l'AESS per la realizzazione di tale progetto costituisce un interessante opportunità per razionalizzare i consumi di elettricità presso i propri edifici ed introdurre delle misure volte al risparmio energetico.

Un importante impulso all'analisi energetica nel settore produttivo e terziario potrebbe venire dall'incentivazione economica da parte di enti pubblici o aziende distributrici di gas ed elettricità.

5.5.3 Incentivazione alla certificazione di qualità ambientale nel settore produttivo

Negli ultimi anni sono state promosse a livello europeo diverse politiche volte a promuovere lo sviluppo sostenibile del settore produttivo, e a minimizzare gli impatti delle attività economiche e i problemi legati all'inquinamento dell'ambiente.

L'orientamento proposto dalla Comunità Europea alle imprese è quello di implementare i sistemi di gestione ambientale, e di orientarsi verso uno sviluppo sostenibile delle attività produttive.

L'introduzione delle politiche ambientali dal punto di vista gestionale significa riconoscere un'importante priorità aziendale, migliorare continuamente il comportamento e le prestazioni ambientali dell'organizzazione, formare e motivare il personale ad una conduzione ambientalmente responsabile della propria attività, valutare e limitare preventivamente gli effetti ambientali delle attività aziendali, orientare in senso ambientale le innovazioni tecnologiche, la ricerca, la scelta dei clienti, dei fornitori e dei subappaltatori, ed infine introdurre una gestione corretta dei prodotti e dei servizi.

Gli strumenti introdotti per una gestione sostenibile delle aziende sono le norme di carattere volontario internazionali ISO 14000 in materia di Sistemi di gestione ambientale (SGA), utili soprattutto ai fini di ottenere la relativa certificazione ambientale dell'attività produttiva, ed il Regolamento comunitario 1836/93 meglio noto come Regolamento EMAS sull'adesione volontaria delle imprese del settore industriale al *Sistema comunitario di ecogestione e audit*, voluto dall'Unione Europea nell'ambito del V Programma di azione per favorire un rapporto nuovo tra imprese, istituzioni e pubblico basato sulla cooperazione, sul supporto reciproco e sulla trasparenza. La Provincia e la Camera di Commercio di Modena hanno sancito nel giugno 2002 un "Accordo di programma con le associazioni imprenditoriali per lo sviluppo delle certificazioni ambientali", per favorire l'adozione di sistemi di certificazione ambientale e fare fronte allo scarso successo che i sistemi di gestione ambientale hanno ricevuto fino ad ora in Italia. Infatti, sebbene i due principali modelli di certificazione ambientale, ISO 14001 ed EMAS, abbiano avuto una larga diffusione a livello internazionale, in Italia risultano essere ancora poche le aziende certificate, in particolare, nella Provincia di Modena, al giugno 2002 erano appena 5 i certificati EMAS rilasciati e 26 quelli ISO 14001. L'impegno della Provincia di Modena è soprattutto quello di dare un nuovo impulso all'introduzione delle certificazioni quali la norma ISO 14001, il regolamento EMAS ed il modello Eco-profit, a beneficio di una maggiore garanzia per la protezione dell'ambiente.

Gli obiettivi che la Provincia di Modena, la Camera di Commercio di Modena e le associazioni di imprese si sono prefissi mediante questo accordo sono sostanzialmente:

- ✓ coinvolgere il maggior numero di imprese nell'adozione dei sistemi di gestione ambientale e nella loro certificazione secondo i modelli ISO14001, EMAS, Eco-profit o altre forme più semplici specialmente per le piccolissime imprese;
- ✓ attivare un intenso piano di informazione/formazione, a livello territoriale, che veda coinvolto il sistema delle imprese ma anche i decisori pubblici (amministratori, autorità di controllo), gli organi tecnici (ARPA, ASL, Vigili del Fuoco), la Camera di Commercio, l'Università, il mondo bancario e quello assicurativo, i media, i consumatori, al fine di aumentare la conoscenza dei modelli di certificazione ambientale e dei benefici che la certificazione stessa garantisce;
- ✓ riconoscere benefici alle imprese ecocertificate sia con l'individuazione degli opportuni snellimenti degli iter autorizzativi sia con la messa a punto di forme di sostegno economico (relative ad alcune attività necessarie per il processo di certificazione) per le piccole e medie imprese;
- ✓ attivare col sistema bancario e assicurativo accordi per agevolare attraverso la creazione di strumenti operativi le piccole e medie imprese ecocertificate; attivare idonei strumenti di supporto tecnico alle imprese, soprattutto quelle di dimensione medio-piccola, per affiancarle nell'attività di costruzione e sperimentazione di un idoneo sistema di gestione ambientale;
- ✓ attivare, all'interno del sistema delle imprese, un interscambio di esperienze in modo da accelerare la diffusione di una corretta cultura ecoproductiva;
- ✓ favorire la nascita di numerose figure professionali con il necessario bagaglio tecnico nel campo della gestione ambientale in modo da poter garantire alle imprese un efficace consolidamento delle attività intraprese;
- ✓ portare a conoscenza delle realtà locali l'impegno che il sistema delle imprese andrà ad intraprendere in modo da creare un'interrelazione positiva e non conflittuale.

L'impegno del Comune nel supportare il progetto proposto dalla Provincia ed incentivare l'implementazione di modelli per la certificazione ambientale nelle aziende ed organizzazioni porterebbe ad una migliore gestione delle risorse ambientali ed un minor impatto delle attività produttive dislocate nell'area comunale.

Inoltre, se tra le misure a disposizione delle politiche pubbliche si considera la tassazione ambientale, si rileva come questa induca una modificazione nel comportamento dei soggetti economici e favorisca l'inclusione nei loro meccanismi di scelta del vincolo ambientale.

Le scelte urbanistiche, relative alle aree di espansione per il settore produttivo o ad eventuali manutenzioni straordinarie del patrimonio edilizio/industriale esistente, dovrebbero considerare la certificazione ambientale come parametro di agevolazione per gli operatori del settore.

6 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI PASSIBILI DI ALIMENTAZIONE ENERGETICA CON FONTI RINNOVABILI E DI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

In questo capitolo è stata operata una suddivisione della Città in bacini energetici omogenei, rilevanti per possibili politiche di sviluppo, riqualificazione, intervento. I bacini energetici sono sia di tipo settoriale (settore residenziale, settore produttivo) sia di tipo geografico (aree PRG ad alta, media o bassa pressione energetica, centro storico).

6.1 COSTRUZIONE DELLA BASE DATI DEI CONSUMI SU SISTEMA INFOMATIVO TERRITORIALE (SIT)

6.1.1 Metodologia utilizzata

La costruzione della base dati dei consumi energetici sul SIT ha lo scopo di realizzare un Atlante tematico per la rappresentazione cartografica della distribuzione territoriale degli indicatori energetici, e di fornire quindi uno strumento per l'interpretazione urbanistica e socio - economica del Comune di Modena.

La base cartografica è supportata dal SIT (Sistema Informativo Territoriale) del Comune di Modena che permette di collegare la base dati con diverse unità della base cartografica quali ad esempio numeri civici, vie, zone di PRG, fogli catastali e circoscrizioni. L'unità fondamentale della base cartografica, che è stata prescelta per la geo-referenziazione dei dati, è quella relativa alle zone di PRG identificate nel Piano Regolatore Generale del 1999 in quanto il Piano Energetico Comunale è stato sviluppato al fine di creare uno strumento di supporto al Piano Regolatore Generale ed ha lo scopo di orientare le politiche Comunali verso il risparmio energetico e l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia.

La base dati è stata costituita a partire dai dati disponibili sul server del Comune di Modena, il quale conteneva una versione dell'archivio utenti gas ed elettricità relativi all'anno 2000, in seguito aggiornato anche con i dati relativi agli anni 1999 e 1998. Tale base dati contiene dati relativi ai consumi a saldo delle singole utenze suddivise per via, civico ed interno, l'indicazione della categoria contrattuale e la tipologia d'uso. Per agevolare l'elaborazione di dati, visto il notevole numero di categorie contrattuali (circa 450) e di tipologie d'uso (più di 200), si è richiesto a META di inserire un'ulteriore indicazione, in modo da poter suddividere i consumi per usi finali in alcune grandi macro categorie.

La suddivisione, per usi finali, concordata con l'Energy Manager è la seguente:

Energia Elettrica	A – Illuminazione Pubblica B – Uso Domestico C – Uso non Domestico con Potenza impegnata <= 400 kw Uso non domestico con potenza impegnata > 400 kw : D – Alimentari, bevande e tabacco E – Industrie meccaniche e siderurgiche F – Poligrafiche G – Laterizi e materiali per l'edilizia H – Abbigliamento I – Credito L – Sanità M – Trasporti N – Servizi Ecologici O – Commercio P – Telecomunicazioni Q – Sport e Spettacolo R – Altri
--------------------------	---

Gas	A – T1 domestico B – T2 domestico C – T3 domestico centralizzato D – T3 non domestico E – T4 non domestico
Teleriscaldamento	A – domestico B – non domestico

La rappresentazione cartografica della distribuzione territoriale dei consumi energetici, permette di valutare l'andamento dei consumi nell'arco di tre anni per i diversi usi finali ed in particolare modo consente sia di valutare la pressione energetica del settore residenziale, di quello produttivo e del centro storico, sia di suddividere le zone di PRG in base alla densità energetica.

La procedura utilizzata per la realizzazione delle mappe tematiche è caratterizzata, in primo luogo, dall'apertura del tema "numeri civici", il quale contiene i numeri civici presenti sul territorio comunale, rappresentati come dati puntuali, e una serie di attributi che caratterizzano ogni civico.

L'indicatore legato al civico è stato utilizzato per rappresentare i consumi domestici e terziari.

Al tema "numeri civici" sono stati quindi collegati i dati dei consumi energetici da geo-referenziare, ottenendo in questo modo i consumi per ogni numero civico.

L'eventuale collegamento dei consumi energetici per numero civico con altri dati, quali ad esempio l'unità di superficie RSU per civico, il numero di abitanti per civico o il numero di famiglie per civico, permette di ottenere indicatori diversi per alcune tipologie di consumo: consumi per m², consumi per abitante e consumi per famiglia. La superficie RSU fa riferimento ai metri quadri di superficie netta di abitazione, dichiarati per il pagamento della tassa sui rifiuti solidi urbani. I consumi associati al numero civico e normalizzati per unità di superficie RSU rappresentano un utile indicatore per introdurre eventuali "politiche energetiche", legate alle caratteristiche dell'utenza e alla qualità degli edifici.

I dati ottenuti possono essere aggregati territorialmente per zona di PRG o per altre unità di base cartografica. In questo modo i consumi normalizzati per unità di superficie territoriale permettono di definire le aree a livello di politica urbanistica e suddividere l'area urbana in bacini a diversa pressione energetica (zonizzazione). L'Atlante Tematico, realizzato grazie all'analisi e successivamente alla geo-referenziazione dei dati forniti, ha l'obiettivo di suggerire possibili azioni e strategie per la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas climalteranti.

6.1.2 Problematiche riscontrate

Nella versione attuale della base dati fornita da META la decodifica di alcuni interni, nel caso ad esempio delle villette monofamiliari e di alcuni negozi, non è sempre la stessa di quella usata dal SIT del Comune di Modena. Questo elemento non permette di georeferenziare in modo corretto i dati e quindi porta ad escludere alcune utenze dai dati aggregati per civico. Il problema è emerso solo quando sono stati analizzati i dati aggregati territorialmente per civico poiché questo inconveniente non si verifica quando i dati vengono aggregati territorialmente per zona di PRG. Si è tuttavia deciso di chiedere a META di modificare il database e di trasferire nuovamente i dati, dopo averli modificati, per l'anno 2000.

Un ulteriore problema è stato riscontrato durante la fase di aggregazione dei consumi per civico. Alcuni consumi aggregati per civico, infatti, non sono stati mappati principalmente perché si sono verificati errori durante la fase di acquisizione dati dei consumi, ma anche in seguito a problemi di agganciamento dati. La superficie RSU, infatti, non sempre è quella corretta, in molti casi le superfici sono chiaramente errate o assunte come nulle. Ciò porta a consumi unitari erroneamente alti, o nel caso di superfici RSU nulle, all'eliminazione del dato stesso. Questo problema è stato provvisoriamente risolto in fase di elaborazione eliminando ulteriormente dal data base i consumi

specifici non realistici. Pertanto, si è scelto di eliminare i records con valori superiori a 3 standard deviation oppure con valori di consumo nulli.

6.1.3 Elaborazioni svolte dal sistema

Nel presente paragrafo sono descritte le elaborazioni cartografiche sviluppate utilizzando i dati resi disponibili dal Comune di Modena e da META, al fine di valutare la distribuzione sul territorio dei consumi energetici termici ed elettrici. Le tavole vengono rappresentate nel capitolo successivo in relazione all'analisi della pressione energetica territoriale connessa ad ogni specifico settore considerato. Sono di seguito rappresentate le seguenti mappe tematiche:

Tavv. 1: tavole della suddivisione del territorio in zone elementari di PRG ed unità territoriali

Le mappe tematiche rappresentano la superficie territoriale coperta dal Comune di Modena pari a 183.632.000 m², la superficie urbanizzata di circa 38.941.598 m² individuata attraverso l'indagine comunale condotta nel 2001 sull'attività edilizia, e la numerazione delle singole zone elementari.

Tav. 2: Media per zona di PRG dei consumi elettrici domestici rapportati a m² di abitazione (KWH/M²)

La tavola è stata realizzata a partire dalla media dei consumi domestici annuali in kWh degli anni 1998, 1999 e 2000. I consumi medi collegati ai numeri civici sono stati quindi divisi per i metri quadri di abitazione. La rappresentazione cartografica permette di osservare, per ciascuna zona di PRG, i valori medi dei consumi di elettricità in kWh/m².

Tav. 3: Consumi elettrici non domestici rapportati ai m² di zona di PRG (KWH/ M²)

La mappa fa riferimento al totale dei consumi elettrici non domestici relativi agli usi finali elencati in tabella al paragrafo 4.1.1. I dati sono relativi ai consumi elettrici non domestici degli anni 2000, 1999 e 1998 riportati nella base dati del SIT.

Dal momento che le industrie che producono rifiuti speciali gestiscono autonomamente i propri rifiuti e pertanto sono esentate dal pagamento della tassa sui RSU, per esse non risulta disponibile il dato relativo alla superficie in m².

In un primo momento sono stati calcolati i consumi medi sui tre anni per civico, quindi sono stati sommati i consumi totali relativi a ciascuna zona di PRG. Ciascuna somma dei consumi per zona di PRG è stata quindi divisa per l'area della zona di PRG.

La Tavola rappresenta quindi i consumi non domestici in kWh per m² di zona di PRG.

Tav. 4: Media per zona di PRG dei consumi termici domestici autonomi rapportati ai m² di abitazione (KWH_t/M²)

La Tavola rappresenta la pressione energetica media per zona di PRG dovuta ai consumi domestici di gas degli edifici che presentano impianti di riscaldamento autonomi, espressi in kWh_t per m² di abitazione.

La procedura utilizzata per lo sviluppo della mappa tematica è uguale a quella adottata per la realizzazione della Tav. 2.

Tav. 5: Media per edificio catastale del centro storico dei consumi termici domestici autonomi rapportati ai m² di abitazione (KWH_t di gas/ M²)

La Tavola rappresenta la diagnosi energetica per ogni fabbricato catastale del centro storico in relazione ai consumi termici domestici su metro quadro di abitazione relativi ad impianti autonomi, espressi in kWh_t per m² di abitazione.

Tav. 6: Consumi termici domestici centralizzati rapportati ai m² di zona di PRG (KWH_t / M²)

La mappa, che rappresenta i consumi domestici di gas, espressi in kWh_t, per gli impianti centralizzati per m² di zona di PRG, è stata sviluppata utilizzando la stessa procedura riportata per la Tavola 3.

Non è stato possibile, infatti, dividere i consumi medi per metri quadri di abitazione, come per la Tav. 4, dal momento che la base dati non permette di risalire ai civici che sono interessati dallo stesso impianto centralizzato e quindi ai metri quadri di abitazione riscaldati. Si è pertanto utilizzato come indicatore il consumo in kWh_t di gas metano per m² di zona di PRG.

Tav. 7: Consumi termici non domestici rapportati ai m² di zona di PRG (KWH_t / M²)

La mappa tematica permette di osservare la pressione energetica dovuta al consumo di gas per usi finali non domestici. Come in Tav. 3 si è evitato di dividere i consumi per i metri quadri utilizzando come indicatore i kWh_t per m² di zona di PRG.

Tav. 8: Consumi termici totali (domestici e non domestici) rapportati ai m² di zona di PRG (KWH_t/M²)

La mappa tematica permette di osservare la pressione energetica dovuta al consumo complessivo di gas per usi finali sia domestici che non domestici. Si è scelto di dividere i consumi per i metri quadri di zona di PRG, utilizzando come indicatore i kWh_t per m² di zona di PRG, e non di abitazione, in relazione all'impossibilità di attribuire un consumo per civico agli impianti centralizzati per il riscaldamento domestico ed agli impianti industriali, per le problematiche descritte in precedenza.

Tav. 9: Consumi totali di energia primaria rapportati ai m² di zona di PRG (MTEP / M² · KWH/M²)

La mappa tematica rappresenta la pressione energetica dovuta al consumo complessivo di energia sul territorio comunale, sia termica che elettrica, per usi finali sia domestici che non domestici. Si è scelto di dividere i consumi per i metri quadri di zona di PRG, utilizzando come indicatore sia i kWh per m² di zona di PRG che le TEP per m² di zona di PRG, e non di abitazione, in relazione ai dati a disposizione.

Le tavole sopra descritte sono state realizzate attraverso la georeferenziazione dei dati connessi ai consumi energetici, suddivisi per zone elementari/territoriali di PRG. Per la consultazione di tali dati è possibile contattare direttamente il settore Ambiente del Comune di Modena.

6.2 ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI MEDIANTE INDICATORI ENERGETICI SUL SIT

6.2.1 Il concetto di pressione energetica territoriale

La pressione energetica territoriale valuta l'intensità con cui le risorse energetiche sono sfruttate per supportare lo svolgimento delle attività antropiche. Essa viene calcolata in base ai consumi di energia elettrica e termica su unità di territorio e dipende dall'efficienza energetica, dai consumi e dai risparmi energetici. La pressione energetica in base alla sua intensità determina il tasso di crescita delle emissioni di biossido di carbonio ed è influenzata non solo dall'utilizzo efficiente dell'energia, ma anche dalla tipologia del sistema economico presente sull'area considerata. In tale senso migliorare l'efficienza energetica dei sistemi di produzione e di utilizzo di energia, usufruendo di tecnologie innovative o di una migliore gestione degli impianti, e favorire unità territoriali con settori a bassa domanda di energia, determina una riduzione della pressione energetica e delle emissioni di CO₂.

La pressione energetica territoriale può essere considerata un valido parametro al fine di introdurre politiche pubbliche orientate a modificare il comportamento dei soggetti economici, a ridurre i consumi di energia, ad introdurre tecnologie innovative per migliorare l'efficienza energetica o a privilegiare alcune aree per l'espansione di nuovi insediamenti a medio-basso impatto energetico.

L'unità territoriale prescelta per calcolare la pressione energetica del Comune di Modena è, come già detto in precedenza, la zona di Piano Regolatore Generale (come definita nel PRG del 1999, per coerenza con i dati riportati basati sul triennio 1998-1999-2000), sulla quale è stata calcolata la pressione esercitata in base ai kWh (e in alcuni casi alle tonnellate equivalenti di petrolio) consumati per la produzione totale di energia.

6.2.2 Ipotesi di suddivisione della città attraverso il criterio della pressione energetica territoriale

In seguito all'analisi dei dati disponibili sulla base dati è stato scelto di contabilizzare la pressione energetica per il Comune di Modena in relazione alle seguenti categorie:

- Consumi elettrici domestici;
- Consumi elettrici non domestici;
- Consumi termici domestici autonomi;
- Consumi termici domestici centralizzati;
- Consumi termici non domestici;
- Consumi termici complessivi;
- Consumi complessivi di energia termica ed elettrica.

Nel calcolo della pressione energetica, al fine di rendere i dati omogenei e di poterli quindi aggregare, sono state effettuate delle trasformazioni, infatti, sia i dati relativi ai consumi elettrici espressi in kWh, sia quelli relativi ai consumi termici espressi in m³ di gas metano sono stati trasformati in kWh. In particolare, la conversione dei m³ di gas metano in kWh_t (kWh termici) è stata effettuata basandosi sulla seguente uguaglianza:

$$1 \text{ m}^3 \text{ di gas metano} = 9,57 \text{ kWh}$$

Nell'analisi dei consumi complessivi si è scelto di utilizzare, in aggiunta alla scala basata sui kWh, anche una scala fondata sulle tonnellate equivalenti di petrolio (tep), in relazione al fatto che tale unità di misura viene spesso utilizzata per comparare tra loro consumi energetici connessi all'impiego di diverse fonti energetiche. In particolare la tonnellata equivalente di petrolio è un

unità di misura di energia che identifica un combustibile equivalente di petrolio avente potere calorifico di 10.000 Kcal/Kg, pari all'energia ottenuta da un tonnellata di petrolio, convenzionalmente stabilita in 107 KCal. L'equivalenza considerata tra kWh e TEP è la seguente:

$$1 \text{ TEP} = 4500 \text{ kWh}$$

Consumi elettrici domestici

I dati sui consumi elettrici domestici, disponibili per gli anni 1998, 1999 e 2000, presentano i consumi relativi agli edifici con destinazione d'uso abitazione. Tali consumi non includono quelli relativi ai consumi elettrici degli ascensori, delle aree comuni e di alcune autorimesse presso gli edifici residenziali, contenuti invece nei consumi non domestici.

Attraverso una lettura critica dei dati annuali per civico si sono riscontrate alcune anomalie dovute principalmente ad errori di compilazione dati. Sono state pertanto apportate alcune selezioni numeriche al fine di normalizzare i dati e di ottenere dei valori più attendibili: sono stati eliminati nei consumi per anno i valori pari a 0 in maniera da calcolare la media sui tre anni e nella media dei consumi sui tre anni sono stati eliminati i valori superiori a 3 volte la deviazione standard per escludere alcuni dati anomali.

Le elaborazioni svolte con la metodologia sopra descritta hanno permesso di ottenere la cartografia della pressione energetica connessa ai consumi domestici elettrici rapportati ai metri quadrati di abitazione, successivamente riportata in Tav. 2.

Consumi elettrici non domestici

I consumi elettrici non domestici includono i dati relativi al consumo di energia elettrica nel settore produttivo per gli anni 1998, 1999 e 2000. Nella base dati sono stati aggregati sia i consumi relativi ad una potenza impegnata minore e maggiore di 400 kW per i seguenti settori:

- Alimentari, bevande e tabacco
- Industrie meccaniche e siderurgiche
- Poligrafiche
- Laterizi e materiali per l'edilizia
- Abbigliamento
- Credito
- Sanità
- Trasporti
- Servizi Ecologici
- Commercio
- Telecomunicazioni
- Sport e Spettacolo
- Altri

Data la diversificazione degli usi finali, i dati sui consumi risultano avere ordini di grandezza poco omogenei e quindi non è stato possibile effettuare una lettura critica dei dati.

Per i consumi elettrici non domestici si è valutata l'impossibilità di calcolare la media dei consumi per i metri quadri di superficie RSU dal momento che le industrie che producono rifiuti speciali gestiscono autonomamente i propri rifiuti e pertanto sono esentate dal pagamento della tassa sui RSU. Si è pertanto scelto di rappresentare la pressione energetica relativa ai consumi elettrici non domestici rapportandoli ai metri quadrati di zona di PRG. In particolare si è proceduto in un primo momento al calcolo dei consumi medi sui tre anni per civico, quindi sono stati sommati i consumi totali relativi a ciascuna zona di PRG. Ciascuna somma dei consumi per zona di PRG è stata quindi divisa per l'area della zona di PRG. La Tav. 3 rappresenta pertanto i consumi non domestici in kWh per m² di zona di PRG.

Consumi termici domestici autonomi

I dati statistici relativi al 1997 dimostrano che nel Comune di Modena l'84% degli impianti per il riscaldamento domestico sono di tipo autonomo e quindi, rispetto a quelli centralizzati, sono maggiormente diffusi.

Per il calcolo della pressione energetica esercitata dai consumi di tali impianti, è stata calcolata la media sempre sui dati disponibili per gli anni relativi al 1998, 1999 e 2000. Ai dati è stata inoltre applicata la stessa procedura di selezione precedentemente descritta per i consumi domestici di elettricità, eliminando i valori pari a 0 nei consumi annuali e quelli troppo discordanti nella media sui tre anni.

Nell'individuazione di una scala appropriata per la suddivisione dei consumi termici sul territorio in base alla loro intensità, è stato scelto di basarsi sulla suddivisione in classi energetiche svolte dalla Provincia di Bolzano relativa alla certificazione energetica "Casa Clima" degli edifici. Tale accostamento deriva dal fatto che la suddivisione svolta sul territorio del Comune di Modena dei consumi di energia termica è basata sul consumo medio in kWh/m² di abitazione, per ogni zona di PRG considerata, in maniera simile a quanto previsto dal certificato "Casa Clima". Anche per tale motivo si è scelto di convertire i dati relativi ai consumi termici espressi in m³ di gas metano in kWh_t, come descritto al capitolo precedente.

Occorre comunque sottolineare una differenza significativa rispetto a quanto realizzato dalla provincia di Bolzano, che ha portato all'introduzioni di nuovi valori per le classi energetiche, come riportato nella tabella successiva. I certificati connessi al regolamento Casa Clima, vengono infatti rilasciati basandosi essenzialmente sull'analisi dell'efficienza energetica dell'"involucro edilizio", ovvero prescindendo dai sistemi impiantistici per il riscaldamento realizzati e dai loro rendimenti. Per tale motivo è stato scelto di modificare la scala di valori proposta dal regolamento di Bolzano, rapportandoli al rendimento istantaneo di combustione medio delle caldaie installate sul territorio del Comune di Modena²⁵, valutabile intorno al 87-90%.

CLASSE ENERGETICA	CASA CLIMA	CASA E-MODENA
A	HWB ≤ 30 kWh/m ² a	HWB ≤ 35 kWh/m²a
B	HWB ≤ 50 kWh/m ² a	HWB ≤ 55 kWh/m²a
C	HWB ≤ 70 kWh/m ² a	HWB ≤ 80 kWh/m²a
D	HWB ≤ 90 kWh/m ² a	HWB ≤ 100 kWh/m²a
E	HWB ≤ 120 kWh/m ² a	HWB ≤ 135 kWh/m²a
F	HWB ≤ 160 kWh/m ² a	HWB ≤ 180 kWh/m²a
G	HWB > 160 kWh/m ² a	HWB > 180 kWh/m²a

Con la scelta della suddivisione dei consumi energetici termici in base alle classi sopra riportate, la Tav. 4 può rappresentare un esempio su scala territoriale della diagnosi energetica media degli edifici, per ogni zona di PRG considerata. Occorre comunque sottolineare come tale informazione voglia rappresentare un indicazione di tipo prettamente territoriale, poiché trattasi di un dato medio per zona di PRG, non potendo in nessun caso sostituire la diagnosi energetica dei singoli edifici presenti in ognuna delle zone considerate.

²⁵ Valore medio ricavato in base alle elaborazioni svolte sulle autocertificazioni presentate dagli installatori

Un'informazione di particolare rilevanza relativamente alle tecniche costruttive adottate negli edifici esistenti, ed alle motivazioni che hanno portato a tale distribuzione dei consumi energetici, si può trarre confrontando la rappresentazione cartografica dei consumi termici domestici autonomi con l'analisi dell'età media degli edifici ubicati sul territorio comunale, in funzione dell'età di fabbricazione. A tal fine, nello studio "Elaborazione della cartografia tematica dei valori paesaggistici del territorio" realizzata dal Comune di Modena, è stata redatta una **cartografia** definita **dell'erosione antropica**, con lo scopo di descrivere le mutazioni che il paesaggio ha subito durante la fase di accrescimento urbano, dall'unità d'Italia ad oggi, cogliendo sia le mutazioni che hanno segnato il margine urbano, connotando la fascia di frangia urbana a confine fra l'edificato e la campagna, sia l'erosione del paesaggio rurale attraverso la parcellizzazione delle aziende e la moltiplicazione dei complessi edilizi, sia di tipo abitativo che di servizio all'agricoltura.

L'analisi del sistema insediativo storico del territorio ha consentito di ricostruire la sequenza del processo erosivo avvenuta sia in ambito urbano, per fasce di accrescimento, lungo le radiali, che, in ambito rurale, attraverso la realizzazione di complessi edilizi, cui attualmente si può riconoscere un valore storico-architettonico o testimoniale, ma che hanno anche segnato la trasformazione del paesaggio modenese.

Le fasce di accrescimento urbano (rispetto alle quali sono state distinte le zone destinate a verde attrezzato di cui non è stata considerata la data di realizzazione) sono state ricostruite, a partire dal catasto estense del 1850, utilizzando come riferimento la cartografia di base utilizzata in occasione della formazione degli strumenti urbanistici comunali nel corso dell'ultimo secolo (1904, 1965, 1999) ovvero di cartografia elaborata a livello regionale (CTR) o locale (Comune di Modena) e sono così articolate:

- ✓ fino al 1860 (base: catasto estense 1850);
- ✓ dal 1860 al 1904 (base: PRG 1904);
- ✓ dal 1904 al 1943 (base: mappa Comune di Modena 1943);
- ✓ dal 1943 al 1965 (base: PRG 1965);
- ✓ dal 1965 al 1977 (base: CTR);
- ✓ dal 1977 al 1998 (base: aggiornamento CTR Comune di Modena);
- ✓ previsioni del PRG 1999 (base: PRG 1999).

Gli edifici presenti nel territorio extraurbano sono stati indicati, distinguendo quelli già esistenti al 1892 e quelli realizzati dopo il 1892.

In tabella 6.2.1 sono riportati il numero degli edifici abitativi realizzati dal 1919 al 2001

Tabella 6.2.1 - Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione (censimento 2001)²⁶

EPOCA DI COSTRUZIONE DELLE ABITAZIONI	TOTALE	
	Valori Assoluti	Compos. %
PRIMA DEL 1919	2.635	17,36
DAL 1919 AL 1945	1.698	11,19
DAL 1946 AL 1961	3.433	22,62
DAL 1962 AL 1971	3.846	25,34
DAL 1972 AL 1981	2.193	14,45
DAL 1982 AL 1991	727	4,79
DOPO IL 1991	644	4,24
TOTALE	15.176	100,00

²⁶ Fonte: servizio statistico del Comune di Modena.

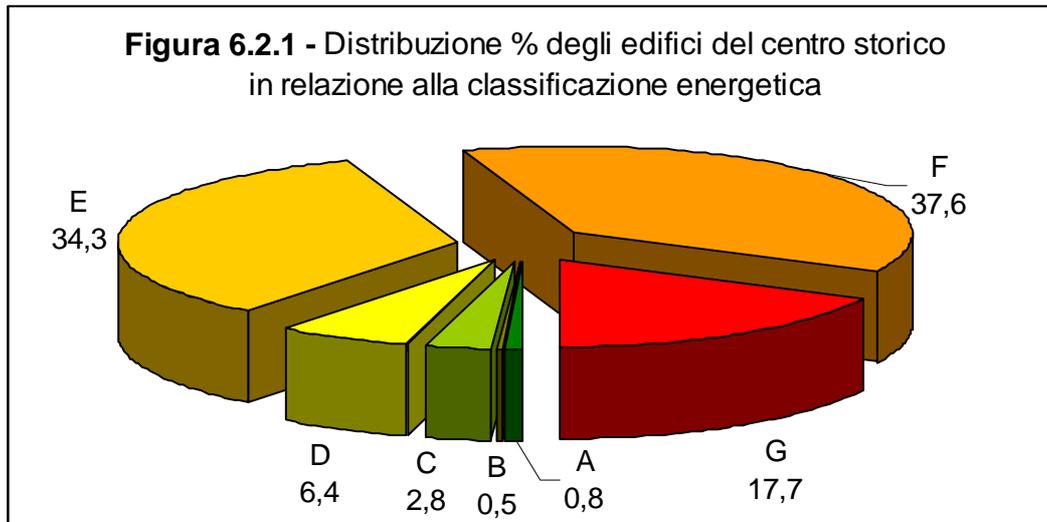
Il confronto fra la carta dell'erosione antropica con quella della distribuzione dei consumi termici autonomi risulta abbastanza deludente, in relazione al fatto che manca una correlazione diretta fra le aree edificate negli ultimi decenni e la riduzione dei relativi consumi energetici. Confronto la distribuzione dei consumi per zona di PRG, infatti, si evince come non vi sia stata una evoluzione tecnologica significativa nelle modalità costruttive che abbia portato ad una riduzione dei consumi energetici per abitazione. Le motivazioni sono indubbiamente da ricercare nella mancanza di politiche energetiche efficaci a livello nazionale e locale, volte alla riduzione dei consumi energetici nell'edilizia. Per tale motivo risulta di particolare urgenza, agire a livello locale, rivedendo l'attuale regolamento edilizio, al fine di promuovere metodologie costruttive atte a ridurre i consumi energetici degli edifici, così come indicato al capitolo 5.3.

Centro storico

Il centro storico rappresenta un bacino energetico con caratteristiche uniche e speciali, in relazione alla storicità degli edifici presenti e alla mancanza di un settore produttivo ad alta pressione energetica. Per tale motivo è stato scelto di realizzare una specifica tavola (Tav. 5) che descrive i consumi termici su metro quadro, relativi ad impianti autonomi per fabbricato catastale del centro storico, che rappresenta una prima diagnosi energetica di massima degli edifici collocati nel centro storico. Come è possibile valutare dalla lettura della mappa tematica, sono diversi gli edifici che presentano forti consumi soprattutto se consideriamo che il consumo medio per metro quadro di abitazione dovrebbe aggirarsi intorno ai 100-130 kWh. Se paragonata con la classificazione energetica proposta al paragrafo precedente per il Comune di Modena, la ripartizione degli edifici in funzione dei consumi termici per classe energetica evidenzia un'appartenenza degli edifici del centro storico essenzialmente alle classi E, F, G (che rappresentano il 90% del totale) come descritto in tabella 6.2.2 e nel successivo grafico riportato in figura 6.2.1.

Tabella 6.2.2 – Ripartizione degli edifici del centro storico in relazione alla classe energetica

CLASSE ENERGETICA	CASA MODENA	Distribuzione degli edifici (num.)	Distribuzione % degli edifici
A	$\text{HWB} \leq 35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	10	0,8
B	$\text{HWB} \leq 55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	6	0,5
C	$\text{HWB} \leq 80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	37	2,8
D	$\text{HWB} \leq 100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	84	6,4
E	$\text{HWB} \leq 135 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	449	34,3
F	$\text{HWB} \leq 180 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	492	37,6
G	$\text{HWB} > 180 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	232	17,7



Consumi di gas domestici centralizzati

Gli impianti termici domestici centralizzati sono meno diffusi sul territorio comunale ed infatti essi rappresentano solo un 18% degli impianti domestici. I dati disponibili per i consumi termici centralizzati fanno riferimento ai consumi delle centrali termiche che alimentano i relativi appartamenti allacciati. Dalla base dati tuttavia non è possibile risalire ai numeri civici che sono collegati alla centrale termica di cui sono riportati i consumi, e pertanto è risultato impossibile risalire ai consumi di gas metano per metro quadro di abitazione.

I dati utilizzati per il calcolo dei consumi medi sono quelli non nulli relativi agli anni 1998, 1999 e 2000 e sono stati rappresentati, in rapporto ai metri quadrati di zona di PRG, nella tavola 6.

Consumi di gas non domestici

I consumi termici non domestici includono i dati relativi agli utenti non domestici autonomi e a quelli centralizzati.

Tali consumi sono attribuiti agli utenti civili che svolgono le seguenti attività:

- Industriale produttiva di beni e servizi;
- Artigianale ed agricola;
- Alberghiera;
- Teleriscaldamento alimentato con cogeneratore (quartiere Villaggio Giardino);
- Esercizi di ristorazione (ristoranti, trattorie, pizzerie)
- Impianti sportivi adibiti ad attività dilettantistiche;
- Attività ricettive per assistenza ai disabili, orfani e indigenti.

L'impianto di teleriscaldamento alimentato dal cogeneratore situato presso il quartiere Villaggio Giardino rappresenta tra l'altro l'impianto più energivoro nell'area comunale.

I dati dei consumi sono disponibili solo per gli anni 1998 e 1999 e in base a questi è stata calcolata la media escludendo i valori uguali a 0. Questi sono stati rappresentati, in rapporto ai metri quadrati di zona di PRG, nella tavola 7.

Consumi termici complessivi (domestici e non domestici)

In relazione all'analisi dei consumi termici svolta in precedenza, è stata realizzata una specifica tavola volta a quantificare la pressione energetica complessiva, in termini di consumi termici, dovuta all'impiego di gas metano sia per gli usi domestici che per quelli non domestici. La rappresentazione dei dati svolta in tavola 8 permette pertanto di evidenziare le zone di PRG del Comune di Modena dove risulta maggiore la richiesta di energia termica.

Il principale scopo di questa rappresentazione cartografica dei consumi termici e quello di fornire un utile indicazione alla pianificazione territoriale, per una valutazione sui bacini di utenza a maggiore richiesta di calore e pertanto passibili di uno sviluppo della rete di teleriscaldamento in tali direzioni. L'attuale rete di teleriscaldamento, infatti, è in grado di servire solo due zone della Città: il quartiere Villaggio Giardino e la zona PEP 3 in Via Tignale del Garda. Con il potenziamento dell'impianto di incenerimento dei rifiuti (c.f.r. cap. 3.9.4) si renderà disponibile una significativa quantità di calore da destinare alla realizzazione di una nuova rete o al potenziamento di quella esistente.

6.3 I BACINI ENERGETICI DEL COMUNE DI MODENA

6.3.1 I sei bacini energetici

La fase di individuazione di bacini che, in relazione e alla pressione energetica per zona di Piano Regolatore Generale, costituiscono le aree più idonee ai fini della fattibilità degli interventi di uso razionale dell'energia e di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia, ha portato a definire sei bacini o aree urbane omogenee dove per interventi di riqualificazione, trasformazione, sviluppo diviene prioritario prevedere l'introduzione delle misure descritte nei capitoli precedenti.

I bacini individuati sono:

- Aree residenziali;
- Aree produttive;
- Centro storico;
- Zone a bassa densità energetica;
- Zone a media densità energetica;
- Zone ad alta densità energetica.

Aree residenziali e produttive

Le aree residenziali e produttive sono legate alle due principali tipologie di consumo disponibili nella base dati. Per entrambe i bacini è possibile individuare le zone di PRG dove la pressione energetica è maggiore e quindi dove si è raggiunta una saturazione dei consumi di energia.

Centro storico

Il centro storico rappresenta un bacino energetico con caratteristiche uniche e speciali, in relazione alla storicità degli edifici presenti e alla mancanza di un settore produttivo ad alta pressione energetica.

Zone a bassa, media ed alta densità energetica

L'analisi della pressione energetica del Comune di Modena, calcolata come sommatoria dei consumi di energia precedentemente descritti, permette di individuare, all'interno dell'area urbana, delle zone omogenee in relazione alle caratteristiche, alle dimensioni, alle esigenze di utenza e alle tipologie di intervento da adottare, al fine di introdurre delle politiche e delle misure per la riduzione dei consumi energetici e lo sfruttamento di fonti rinnovabili di energia.

A partire dalla pressione energetica totale, e quindi dal carico di energia consumata per la produzione di energia elettrica e termica, si distinguono zone di PRG a diversa densità energetica per le quali è necessario introdurre azioni e misure differenti di riduzione dei consumi.

7. STRATEGIE D'INTERVENTO

In questo capitolo vengono proposte alcune strategie d'intervento, differenziate rispetto ai settori d'uso finale ed al livello di densità energetica. Per il settore produttivo le indicazioni del piano sono già state illustrate al punto 5.5.

7.1 STRATEGIE D'INTERVENTO PER IL CENTRO STORICO

Il Centro Storico di Modena presenta diverse difficoltà nell'individuazione di possibili soluzioni rivolte al risparmio energetico. Infatti, da un lato i vincoli conservativi imposti sugli edifici dalla Soprintendenza e dallo stesso Piano Regolatore Generale non permettono l'installazione di impianti per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia, quali ad esempio collettori solari e pannelli fotovoltaici, dall'altro la presenza di numerosi edifici non ristrutturati e quindi con impianti di riscaldamento a basso rendimento determina una forte produzione di CO₂.

Le possibili azioni che potrebbero portare a diminuire la pressione energetica del centro storico sono quindi limitate e comunque prevedono un impegno su più fronti da parte della Pubblica Amministrazione:

- L'eventuale adozione da parte dell'Amministrazione Pubblica di politiche per promuovere la realizzazione di una rete di teleriscaldamento nel centro storico permetterebbe di ridurre notevolmente gli sprechi di energia per il riscaldamento e l'emissione di CO₂ determinati dalla presenza di impianti obsoleti, spesso ancora diffusi specialmente negli edifici che necessitano una ristrutturazione e riqualificazione (vedere capitolo 3.2.3 – Tecnologie e strumenti per l'utilizzo razionale dell'energia nell'edilizia).
- La possibilità di sollevare dall'applicazione dei vincoli quegli edifici del centro storico che subiscono una parziale o totale demolizione e quindi introdurre, in fase di ricostruzione, tecnologie rivolte allo sfruttamento di fonti rinnovabili (vedere capitolo 3.3 – Tecnologie e strumenti per l'utilizzo razionale dell'energia nell'edilizia).
- Il Comune di Modena, insieme alla Provincia e ai Comuni di Carpi e Sassuolo, è coinvolto nel programma che prevede la verifica sulla sicurezza e la corretta funzionalità di tutti gli impianti termici presenti sul territorio, rilevando tra l'altro il rispetto del valore minimo del rendimento di combustione in applicazione del DPR 412/93 e successive modificazioni. La Tavola 5, come indicato al capitolo 6.2.2, illustra i consumi termici su metro quadro relativi ad impianti autonomi per fabbricato catastale del centro storico. Gli edifici che presentano forti consumi, ovvero quelli appartenenti alle classi energetiche più sfavorevoli, dovrebbero essere oggetto d'attenzione primaria al fine di razionalizzare i consumi di energia. Nel caso in cui elevati consumi per il riscaldamento siano associati ad impianti di vecchia generazione, l'Amministrazione Pubblica dovrebbe dare precedenza a questi edifici per l'attuazione del programma relativo alla verifica delle prestazioni delle caldaie e riduzione delle emissioni in CO₂.

7.2 DIFFERENZIAZIONE PER AREE A DIVERSA PRESSIONE ENERGETICA

La suddivisione del territorio Comunale in base alla bassa, media ed alta pressione energetica (c.f.r. Tavola 9 cap. 6.3) permette di avere una visuale complessiva dei consumi totali per zone di Piano Regolatore Generale.

L'Amministrazione Pubblica potrebbe introdurre efficaci politiche ed azioni rivolte non solo a promuovere il risparmio energetico nelle zone dove la pressione energetica ha raggiunto un livello di saturazione, ma anche adottare comportamenti volti a garantire un razionale utilizzo di energia su tutto il territorio.

In generale l'Amministrazione pubblica dovrebbe adottare politiche ed azioni volte a:

- incentivare l'utilizzo di tecnologie in grado di garantire l'efficienza energetica nelle reti di distribuzione dei vettori energetici, utilizzando, ove possibile, le energie rinnovabili;
- predisporre misure ed utilizzo di tecnologie atte a garantire l'efficienza energetica all'interno degli edifici di nuova progettazione o nel recupero del costruito, utilizzando, ove possibile, le energie rinnovabili;
- adottare standard ottimali di riferimento per i consumi di energia degli edifici (e relativi strumenti di controllo).

La promozione di incentivi e agevolazioni fiscali

L'Amministrazione Pubblica dovrebbe adottare e promuovere, mediante incentivi, interventi di progettazione, ristrutturazione e manutenzione che, nelle loro diverse fasi, considerino obiettivi energetici ed ambientali, ed in particolare interventi orientati a controllare i consumi di energia e le emissioni di gas climalteranti, l'utilizzo di tecnologie efficienti dal punto di vista energetico, l'adozione di tecnologie per l'utilizzo di fonti rinnovabili e la promozione di un'edilizia ispirata ai principi energetico - ambientali.

Tali incentivi dovrebbero agevolare i soggetti privati e rendere convenienti gli interventi di edilizia rivolti ad assicurare un'elevata razionalizzazione energetica che, a causa degli elevati costi ed in assenza di incentivi, non sarebbero adottati.

L'Amministrazione Pubblica potrebbe inoltre utilizzare come strumento per la promozione del risparmio energetico, la disposizione di riduzioni e agevolazioni tributarie e fiscali, in materia di oneri di urbanizzazione, per interventi ad alta qualità energetico-ambientale.

L'Amministrazione Pubblica, inoltre, potrebbe promuovere mediante incentivi anche la produzione e la diffusione di sistemi, tecnologie e componenti edilizi ecocompatibili volti al risparmio energetico, mediante la redazione di Capitolati Speciali di Appalto e la promozione della bioarchitettura.

Requisiti per le aziende che richiedono l'assegnazione di aree del Piano per gli Insediamenti Produttivi (PIP)

Il Consiglio Comunale, al fine di ridurre gli elevati consumi energetici determinati dalle attività svolte nel settore produttivo, dovrebbe determinare dei criteri di assegnazione delle aree produttive del piano e privilegiare quelle aziende che prevedono l'introduzione di misure ed interventi volti al risparmio energetico.

L'adozione di tecnologie efficienti dal punto di vista energetico, l'applicazione di impianti per l'utilizzo di fonti rinnovabili e l'edilizia ecocompatibile diventerebbero in questo modo un fattore discriminante per l'assegnazione delle aree PIP e comporterebbero una forte riduzione delle emissioni di gas climalteranti.

I criteri di selezione dei requisiti energetici - ambientali dovrebbero essere introdotti specialmente nelle aree industriali a forte pressione energetica.

Accordi volontari

Gli accordi volontari costituiscono un importante strumento di concertazione e di coinvolgimento di tutti i soggetti, sia pubblici sia privati, e consentono di trasformare gli obiettivi e le norme per la riduzione delle emissioni in comportamenti diffusi.

In particolare, gli accordi volontari tra le Amministrazioni Pubbliche, le imprese private e le aziende pubbliche assumono un ruolo importante nella promozione del risparmio energetico.

Il Comune di Modena ha già sperimentato con successo lo strumento degli accordi volontari attraverso l'iniziativa *“Più energia alle scuole ... più energia alla città”* stipulando un patto tra Comune ed istituti scolastici per promuovere l'uso razionale dell'energia nelle scuole.

L'utilizzo dei meccanismi degli accordi volontari potrebbe essere esteso anche ad altri stakeholders e coinvolgere soggetti privati, per realizzare strategie efficienti di riduzione delle emissioni.

Interessante, sotto questo profilo, potrebbe essere la sigla di un accordo volontario tra l'Amministrazione Pubblica e le associazioni imprenditoriali per la promozione di politiche di sviluppo sostenibile nel settore delle attività produttive e uno specifico accordo sulla diffusione dei sistemi di gestione ambientale e delle relative certificazioni (vedere capitolo 5.5.3 Incentivazione alla certificazione di qualità ambientale nel settore produttivo). L'accordo volontario con le aziende produttrici, infatti, dovrebbe essere rivolto a definire, attraverso appositi parametri, le prestazioni energetiche ed ambientali del settore produttivo e garantire una sostenibilità ambientale ed economica.

L'Amministrazione Pubblica dovrebbe favorire la promozione di accordi volontari con soggetti finanziari e bancari al fine di agevolare le organizzazioni che vogliono accedere al credito per ottenere la certificazione di qualità ambientale per le attività aziendali svolte o per acquistare tecnologie efficienti dal punto di vista energetico.

Accordi volontari dovrebbero essere inoltre pattuiti per stimolare i diversi soggetti al mercato dell'energia al fine di promuovere le ESCO (vedere capitolo 3.1 - Il risparmio energetico attraverso i titoli di efficienza energetica).

Certificazione energetica

La certificazione energetica degli edifici, anche in applicazione del recente Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192 di recepimento della direttiva europea 2002/91/CE relativa al rendimento energetico degli edifici, potrebbe ottenere una più ampia applicazione se supportata da politiche locali, da relativi incentivi che impongono prestazioni energetiche degli impianti degli edifici migliori rispetto ai limiti di legge, nonché dall'introduzione dell'obbligo di certificazione all'interno del regolamento edilizio comunale.

L'Amministrazione pubblica dovrebbe, per una migliore gestione delle risorse energetiche, individuare forme di incentivazione alla certificazione energetica in termini di riduzione degli oneri o imporre il vincolo di analisi energetica per gli edifici maggiormente “energivori”.

7.2.1 Aree ad elevato consumo di energia termica

La tavola 9 riportata al capitolo 6.3 relativa ai consumi termici complessivi (residenziali e produttivi) permette di evidenziare le aree del territorio comunale a maggiore richiesta di energia termica e pertanto di calore. Tale informazione risulta di rilevante importanza se si considera il progetto di ampliamento dell'attuale impianto di termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani al quale risulta connesso il progetto di realizzazione di una rete di teleriscaldamento (c.f.r. cap. 3.9.4),

che lo studio di impatto ambientale relativo all'adeguamento del termovalorizzatore evidenzia in una potenzialità di 90.400 MWh/anno. L'analisi spaziale dei consumi termici sul territorio comunale permette di consigliare il convogliamento di tale energia termica verso le zone della città a maggiore richiesta, garantendo una maggiore efficacia all'impianto di teleriscaldamento e considerevoli vantaggi per i cittadini e le aziende operanti sul territorio, sia in termini di risparmi economici che energetici.

Dalla tavola 9 si evince come le aree a maggiore richiesta di energia termica, e pertanto maggiormente predisposte a ospitare la rete di teleriscaldamento in progetto, siano quelle del centro storico, dell'asse della via Emilia, con particolare riferimento al quartiere industriale Modena Est, nonché i quartieri posti a Sud e a Sud-Est del centro cittadino. In quest'ultima area risulta di particolare interesse la possibilità di alimentare le utenze del Policlinico, della zona universitaria di via Campi e delle zone commerciali del Palasport di via Divisione Acqui e di Via Morane. La tavola 9 mostra inoltre l'efficacia del sistema di teleriscaldamento, poiché le zone attualmente alimentate dalla rete risultano caratterizzate da consumi termici assai inferiori rispetto al resto del territorio comunale.

7.2.2 Aree ad alta pressione energetica

Le azioni specifiche rivolte a ridurre i consumi energetici nelle zone di Piano Regolatore Generale che presentano un'alta pressione energetica, dovrebbero prevedere:

- l'imposizione di una soglia massima di consumo elettrico per categoria (tipologia d'uso finale) (kWh_e/m^2) e di consumo termico per edifici residenziali (kWh_t/m^2);
- l'individuazione di una soglia massima di potenza richiesta (50 kW) oltre la quale viene imposto l'obbligo di adozione di un impianto di cogenerazione (vedere capitolo 3.3 – Tecnologie e strumenti per l'utilizzo razionale dell'energia nell'edilizia);
- l'introduzione dell'obbligo di realizzare l'analisi energetica e conseguire la relativa certificazione in quegli edifici che superano una soglia massima di potenza richiesta (50 kW) (vedere capitolo 3.4 - La certificazione energetica);
- l'introduzione dell'obbligo, in quelle aree che sono sature dal punto di vista energetico, di adottare impianti per lo sfruttamento di fonti rinnovabili sia nel settore pubblico sia in quello privato (vedere capitolo 3.3 – Tecnologie e strumenti per l'utilizzo razionale dell'energia nell'edilizia);
- favorire l'adozione di impianti termici centralizzati piuttosto che impianti autonomi;
- assicurare il rispetto dei limiti previsti dai requisiti volontari per gli edifici in fase di realizzazione.

7.3 INDICAZIONI PER APPLICAZIONI OPERATIVE

Diffusione di tecnologie e/o metodologie per il miglioramento dell'efficienza energetica		
Obiettivi	Azioni	C.f.r.
Diffusione dell'utilizzo del Teleriscaldamento e CHP	Sinergia con la programmazione urbanistica (sia di tipo strutturale PSC sia di tipo operativo POC)	Par. 3.3.2 – Cap. 7
Diffusione della tecnologia fotovoltaica	Progetti sperimentali pubblici	Cap. 3.3
	Informazione/incentivazione ai privati	Cap. 3.3 – Cap. 7
Diffusione degli impianti solari termici	Progetti sperimentali pubblici	Cap. 3.3
	Informazione/incentivazione ai privati	Cap. 3.3
Diffusione della tecnologia a "condensazione"	Sostituzione delle caldaie tradizionali con caldaie a condensazione	Cap. 3.3
Diffusione della tecnologia "Pompa di calore"	Studio, sperimentazione e utilizzo nel settore industriale, monitoraggio e diffusione dei risultati	Cap. 3.3
Sostituzione degli scaldabagni elettrici	Incentivazione alla sostituzione degli scaldabagni elettrici con scaldabagni a gas o collettori solari - prescrizione	Cap. 3.3
Diffusione della contabilizzazione separata del calore negli impianti di riscaldamento centralizzati	Promozione dei sistemi di contabilizzazione del calore in collaborazione con ACER e amministratori di condominio per patrimonio edilizio pubblico e privato	Cap. 3.3
Diffusione della termoregolazione	Promozione dei sistemi di termoregolazione per il patrimonio edilizio esistente - obbligo di termoregolazione per le nuove realizzazioni	Cap. 3.3

Sistemi per la razionalizzazione e il contenimento dei consumi energetici		
Obiettivi	Azioni	C.f.r.
Promozione della certificazione energetica	Certificazione energetica degli edifici pubblici e privati	Cap. 3.4
	Certificazione energetico/ambientale nel settore produttivo (ISO 14.000 / EMAS)	Par. 5.5.3
Promozione dell'analisi energetica	Incentivazione dell'analisi energetica nel settore terziario	Par. 5.5.2
Diffusione dei sistemi di domotica in relazione al risparmio energetico	Progetti sperimentali pubblici (PROMO)	Par. 3.3.12
Razionalizzazione dei sistemi di illuminazione	Piano comunale dell'illuminazione pubblica	Cap. 3.5
Razionalizzazione dei sistemi di mobilità delle persone e delle merci	Promozione del telelavoro, riduzione dell'incidentalità stradale; Piano degli orari; Piano dei parcheggi; diffusione di nuovi sistemi di mobilità e modalità alternative di trasporto; coordinamento delle attività del mobility manager con la programmazione urbanistica; coordinamento della mobilità a livello comprensoriale e provinciale	Cap. 3.6
Incentivazione e sperimentazione di combustibili alternativi	Sperimentazione dei biocombustibili; incremento dell'utilizzo del gasolio bianco; rinnovo del parco auto per settore pubblico e privato aziendale con mezzi alimentati con combustibili alternativi; incentivi alla conversione dei veicoli maggiormente inquinanti	Cap. 3.7
Campagne di informazione per i cittadini/consumatori	Diffusione delle informazioni agli utenti e promozione delle Buone pratiche del risparmio energetico	Cap. 3.8
Miglioramento nella gestione dei rifiuti	Incremento della raccolta differenziata; incentivi al riutilizzo dei prodotti; accordi con la grande distribuzione per la riduzione degli imballaggi; sperimentazione di progetti di recupero degli oli esausti per la produzione di biocombustibili	Cap. 3.9
Attività di sensibilizzazione e formazione con le scuole	Riprogrammazione degli accordi volontari tra scuole ed amministrazione comunale Patto per la scuola (Agenda XXI)	Cap. 3.10

La pianificazione urbanistica a livello strutturale - PSC - e a livello operativo - POC		
Obiettivi	Azioni	C.f.r.
Definizione di un parametro energetico - sostenibilità energetica	Monitoraggio costante dei consumi, calcolo di indicatori per l'analisi dei consumi; definizione di un criterio di sostenibilità energetica ai fini della VALSAT (ex L.R. 20/00); individuazione di aree "sature" dal punto di vista energetico; disponibilità energetica e scelte localizzative della pianificazione urbanistica;	Cap. 5 Cap. 6
Indicazioni per la programmazione/progettazione urbanistica e architettonica per le nuove realizzazioni	Contestualizzazioni delle ipotesi del Codice Concordato di raccomandazioni per la qualità energetica ambientale di edifici e spazi aperti	Cap. 5.2
	Definizione di criteri per il contenimento dei consumi energetici nei processi di programmazione/progettazione urbanistica e architettonica per le nuove realizzazioni	Cap. 7.2
	Definizione di criteri per il contenimento dei consumi energetici nei processi di assegnazione di aree PIP	Cap. 7.2
Indicazioni per la programmazione/progettazione urbanistica e architettonica per il patrimonio edilizio esistente - ristrutturazioni	Definizione di criteri per il contenimento dei consumi energetici nei processi di ristrutturazione edilizia e urbanistica	Cap. 7.2
Inserimento di criteri per il contenimento dei consumi energetici negli strumenti di regolamentazione dei processi edilizi (Regolamento edilizio - RUE)	Inserimento dei requisiti volontari in sostituzione di quelli raccomandati nel RUE; trasformare alcuni requisiti da raccomandati a cogenti; ulteriori misure per favorire la bioedilizia nel Comune di Modena	Par. 5.3.4 Par. 5.3.5
Riduzione dei consumi energetici attraverso gli apporti gratuiti - orientamento degli edifici	Indicazioni e criteri per l'orientamento degli edifici nelle nuove realizzazioni	Par. 5.4.1
Risparmio energetico negli edifici del centro storico con vincoli conservativi	Definizione di strategie d'intervento per il centro storico	Cap. 7.1

Indicazioni operative per zone a diversa pressione energetica		
Obiettivi	Azioni	C.f.r.
Inserimento di criteri per il contenimento dei consumi energetici nelle zone ad alta pressione energetica	Imposizione di una soglia massima di consumo elettrico per categoria (tipologia d'uso finale) (kWhel/m ²) e di consumo termico per edifici residenziali (kWh/m ²)	Par. 7.2.2
	Individuazione di una soglia massima di potenza richiesta (50 kW) oltre la quale viene imposto l'obbligo di adozione di un impianto di cogenerazione	Par. 7.2.2
	Introduzione dell'obbligo di realizzare l'analisi energetica e conseguire la relativa certificazione in quegli edifici che superano una soglia massima di potenza richiesta (50 kW)	Par. 7.2.2
	Introduzione dell'obbligo di adottare impianti per lo sfruttamento di fonti rinnovabili sia nel settore pubblico sia in quello privato	Par. 7.2.2
	Certificazione energetica degli edifici privati in fase di realizzazione o ristrutturazione	Par. 7.2.2
	Favorire l'adozione di impianti termici centralizzati piuttosto che impianti autonomi	Par. 7.2.2
	Rispettare i limiti previsti dai requisiti volontari per gli edifici in fase di realizzazione	Par. 7.2.2
	Individuazione delle zone verso le quali indirizzare la rete di teleriscaldamento	Par. 7.2.1

8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO; NORMATIVA E DIRETTIVE IN MATERIA

8.1 BIBLIOGRAFIA

Mario Palazzetti e Maurizio Pallante, *L'uso razionale dell'energia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1997.

Rodolfo Lewansky, *Governare l'ambiente - attori e processi della politica ambientale: interessi in gioco, sfide, nuove strategie*, Il Mulino, Bologna, 1997.

Istituto di Ricerche Ambiente Italia, *Il Piano Energetico Ambientale Comunale, Linee metodologiche in applicazione della Legge 10/91 Articolo 5 Comma 5*, Edizioni Ambiente, Milano, 1997.

ENEA, Dipartimento energia – Unità piani energetici territoriali, *Guida per la pianificazione energetica comunale*, 1997.

Atti del Convegno COGENA (Associazione italiana per la promozione della cogenerazione), *Cogenerazione di piccola e media taglia: realtà e prospettive di sviluppo*, Milano, marzo 2000.

Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, *I CONSUMATORI, L'ENERGIA E L'AMBIENTE, Azioni a supporto del corretto sviluppo della domanda*, Bologna, dicembre 1998.

Commissione delle Comunità Europee, *Piano d'azione per migliorare l'efficienza energetica nella Comunità Europea*, Bruxelles, aprile 2000.

M. Lucentini, E. Scatalani e F.P. Vivoli, *LA CASA E L'ENERGIA, Criteri e norme per una corretta progettazione energetica degli edifici*, ISES Italia, Roma, dicembre 1998.

Atti della conferenza, *MOBILITA' URBANA: Precedenza all'ambiente, Combustibili alternativi, veicoli e soluzioni per una mobilità sostenibile*, Ferrara, 7 luglio 2000.

Commissione Europea, Ministero dell'Ambiente, *Città per la bicicletta, città dell'avvenire*, supplemento al mensile del Ministero dell'Ambiente informa n.10 - 1999.

European Commission Green Paper, *The Citizens' Network*;

Commission of the European Communities - DGXVII

1. *Natural gas as fuel in public transport vehicles - Milan 1992*
2. *Efficient management of goods transport - Athens 1992*
3. *Energy saving in transport technology projects - 1993*
4. *COST 321 - Urban goods transport - 1998*

IEA - OECD – CADDET, *Transportation Management and Traffic Engineering*

US Department of Transportation

1. *North American Transportation Highlights*
2. *DOT Strategic Plan 2000 - 2005*

Automobil Club d'Italia

1. *Atti della Conferenza del Traffico e della Circolazione '98*
2. *Atti della Conferenza del Traffico e della Circolazione '99*
3. *Atti della Conferenza del Traffico e della Circolazione 2000*

ENEA - Conferenza Nazionale Energia e Ambiente

1. *Cambiamenti climatici, energia e trasporti*

2. Veicoli e combustibili per il 2010

CONFETRA

1. *Il trasporto di cose in ambito urbano*
2. *Trasporti ed ambiente*
3. *Come evitare la congestione urbana*

Regione Emilia-Romagna

1. *Mobilità, trasporto pubblico e governo della città'-1996*
2. *Piano regionale integrato trasporti - prit 98*

Ministero dei lavori pubblici

1. *Relazione al Parlamento sullo stato della sicurezza stradale*

Ministeri dei Trasporti e della navigazione, dell'Ambiente e dei Lavori pubblici

1. *Il nuovo Piano Generale dei Trasporti - Reti e servizi per l'Italia che si muove*
2. *Quaderni del PGT*

Regione Toscana - LEGAMBIENTE - Firenze 15 dicembre 1999

1. *Mobility Management: la sfida per una mobilità sostenibile*

Provincia di Modena

Il bilancio serra della Provincia di Modena

http://www.provincia.modena.it/servizi/ambiente/energia/b_serra90_99/bilancio_serra.pdf

APAT

"Le emissioni da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000" ; 2003 - final draft; ANPA " Stato dell'ambiente n. 12/2000" tratti dal catalogo emissioni Corinair

8.2 NORMATIVA E LEGISLAZIONE

Legge 29/05/82 n.308, *Norme sul contenimento dei consumi energetici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili d'energia, l'esercizio di centrali elettriche alimentate con combustibili diversi dagli idrocarburi.*

Legge 09/01/91 n.9, *Norme per l'attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.*

Legge 09/09/91 n.10, *Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili.*

D.P.R. 26/08/93 n.412, *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 comma 4 della Legge 09/01/91 n.10.*

Decreto 27 marzo 1998, *Mobilità sostenibile nelle aree urbane*, Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero dei Lavori Pubblici, il Ministero della Sanità e il Ministero dei Trasporti e della Navigazione.

Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 *Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*

D.P.R. 21/12/99 n.551, *Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della repubblica 26/08/93 n.412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.*

Decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164 *Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144*

Decreti 22 aprile 2001, *Efficienza e risparmio energetico negli usi finali*, Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato di concerto con il Ministro dell'Ambiente.

Decreti ministeriali 20 luglio 2004 *norme in materia di efficienza e risparmio energetico*, Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato di concerto con il Ministro dell'Ambiente.

Legge Regionale 23 dicembre 2004, n. 26 *Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia*

Legge 9 aprile 2002, n. 55 *Misure urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale*

Delibera CIPE n. 123 del 19.12.2002 *Piano Nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra. 2003-2010*, **Ministero dell'Ambiente Ministero della Finanza**

DEC/RAS/854/05 *Disposizioni di attuazione della decisione della commissione europea C(2004) 130 del 29 gennaio 2004 che sostituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della direttiva 2003/87/CE del parlamento europeo e del consiglio*, **Ministero dell'Ambiente Ministero delle Attività e della Tutela del Territorio Produttive**

Decreto Ministeriale 27 Luglio 2005 *Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia»*

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*

Altri testi

Codice concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti; Conferenza Nazionale Energia e Ambiente.

Comune di Faenza, Assessorato alla Urbanistica Edilizia Privata Viabilità; Guida pratica ai principali sconti sulle tasse per costruire, Delibera del Consiglio Comunale n. 46/693 del 2 febbraio 1999.

Provincia di Modena, Assessorato Difesa del Suolo e Tutela dell'Ambiente, Ufficio Energia; Piano d'azione per l'energia e lo sviluppo sostenibile;

Decreto n. 106 del 29 marzo 2001 del Servizio IAR del Ministero dell'Ambiente; Tetti fotovoltaici

Commissione delle Comunità europee, Bruxelles 26/04/2000; Comunicazione della commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni, Piano d'azione per migliorare l'efficienza energetica nella Comunità europea;

Commission of the European communities, Brussels 7 November 2001, Communication from the commission to the European parliament, the council, the economic and social committee and the committee of the regions; on alternative fuels for road transportation and on a set of measures to promote the use of biofuels, Proposal of the European parliament and of the council on the promotion of the use of biofuels for transport

Istituto di Ricerche Ambiente Italia, Il Piano Energetico Comunale, Linee metodologiche in applicazione della Legge 10/91 art. 5 Comma 5;

Gazzetta ufficiale delle Comunità europee, 31/7/2001; (2001/C 213 E/15, presentata dalla Commissione il 15 maggio 2001), Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia;

Delibera di Giunta N. 2000/268 del 22/02/2000 – Regione Emilia Romagna; Schema di Regolamento edilizio tipo – Aggiornamento dei requisiti cogenti (allegato A) e della parte quinta, al senso del comma 2, art. 2, L.R. n. 33/90

Regione Toscana, P.E.R. Piano Energetico Regionale, rapporto di sintesi, quadro conoscitivo, a cura di Riccardo Basosi e Daniela Verdesca

Regione Emilia Romagna, Servizio Energia, Indirizzi generali del Piano energetico regionale, marzo 2001;

Deliberazione della Giunta Regionale 16 gennaio 2001, n. 21, Regione Emilia Romagna, Requisiti volontari per le opere edilizie. Modifica e integrazione dei requisiti raccomandati di cui all'allegato B) al vigente Regolamento edilizio tipo (delibera della Giunta regionale 593/95;

Regione Emilia Romagna – Direzione Generale Programmazione territoriale e sistemi di mobilità Assessorato Programmi d'Area. Qualità edilizia. Sistemi informativi e telematici. Servizio Qualità Edilizia; Requisiti volontari e incentivi per una edilizia ecosostenibile e bioclimatica, Atti del seminario svolto a Bologna il 10 marzo 2001;

A cura di:

Coordinamento generale:

Comune di Modena, Settore Ambiente: Dr.ssa Nadia Paltrinieri

Coordinamento operativo del Piano:

Comune di Modena, Settore Ambiente: Arch. Alessandro Pelligra

Elaborazione:

Comune di Modena, Settore Ambiente: Ing. Beatrice Bruzzone

Ing. Corrado Cuoghi Costanzini

Dr.ssa Daniela Campolieti

Redazione:

B.Bruzzone, C.Cuoghi, M.Martinelli

Consulenti:

Ing. Martinelli Matteo

Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile (AESS):

- Marcello Antinucci,
- Claudia Carani
- Michele Stortini

Si ringraziano per la collaborazione:

Ecuba s.r.l.:

Paolo Casalini

Andrea Claser

Pier Federico Fileni

Carlo Maria Venturi

Marco Venturi

Ing. Alberto Muratori

Ing. Sandro Picchiolotto

Arch. Irma Palmieri

Dott. Claudio Santini