

# LA PIANIFICAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE A LIVELLO LOCALE NELLE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE

D. GAUDIOSO, R. PIGNATELLI

APAT - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale  
Servizio Sviluppo Sostenibile e Pressioni Ambientali  
Settore Pressioni Ambientali

---

## Introduzione

Le città sono all'origine di gran parte degli attuali problemi ambientali, a causa dello stile di vita urbano e in particolare dei modelli di divisione del lavoro e delle funzioni, degli usi territoriali, dei trasporti, della produzione industriale e agricola, del consumo e delle attività ricreative; non è possibile arrivare a un modello di vita sostenibile in assenza di collettività locali che si ispirino ai principi della sostenibilità.

D'altra parte, è proprio dalla città che può partire un processo di cambiamento degli stili di vita e dei modelli di produzione, di consumo delle risorse e di utilizzo degli spazi; essa rappresenta, infatti, "la più ampia unità in grado di affrontare inizialmente i molti squilibri urbani, da quelli architettonici a quelli sociali, economici, politici, ambientali e delle risorse naturali che oggi affliggono il mondo e, al tempo stesso, la scala più piccola alla quale i problemi possono essere risolti positivamente in maniera integrata, olistica e sostenibile" (ICLEI, 1994).

Il concetto di sviluppo sostenibile, applicato alle aree urbane, indica quello sviluppo che fornisce servizi ambientali, sociali ed economici essenziali a tutti i residenti di una comunità senza minacciare la vitalità dei sistemi naturali, costruiti e sociali dai quali dipende l'erogazione di questi servizi.

Per perseguire un modello di sviluppo sostenibile risulta fondamentale l'integrazione degli aspetti ambientali nella pianificazione energetica, attraverso il suo orientamento verso un uso più razionale dell'energia e l'incentivazione dell'impiego delle fonti energetiche rinnovabili.

La pianificazione energetico-ambientale su scala locale si basa su un approccio di tipo "bottom-up", il quale caratterizza il sistema di beni e servizi mediante le tecnologie, i flussi di materiali e i vettori energetici utilizzati. Questo approccio è in grado di individuare il modo ottimale (e i relativi costi) con cui andrebbe modificato tale sistema qualora si volesse soddisfare la domanda di usi finali rispettando i vincoli esogeni imposti dal decisore; esiste quindi un forte intreccio tra gli aspetti scientifici e quelli operativo-gestionali (ENEA, 1999).

A partire dalla Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (Rio de Janeiro, 1992) e passando per la Carta di Aalborg (1994), tutti gli Stati sono stati invitati a pianificare e a immaginare il loro futuro e quello delle risorse naturali disponibili partendo da una chiave di lettura locale e ponendo in stretta relazione l'uso razionale e la conservazione di tutte le risorse per disegnare uno sviluppo sostenibile. In Italia uno degli strumenti normativi disponibili è rappresentato da quanto previsto dall'art. 5 della Legge 10/1991 (vedi Paragrafo 1).

La Seconda Comunicazione dell'Italia alla Convenzione-quadro sui cambiamenti climatici ha sottolineato il protagonismo degli enti locali e degli "attori" decentrati per un'efficace implementazione delle politiche per l'uso razionale dell'energia e per lo sviluppo delle fonti rinnovabili necessarie per il raggiungimento degli impegni sottoscritti a Kyoto.

A livello urbano, nei piani "post-Kyoto" la predisposizione dei Piani energetici comunali viene rilanciata nei termini del "Piano energetico-ambientale", strumento che dovrà contenere all'orizzonte del 2005 obiettivi quantificati di riduzione dei gas-serra, in modo disaggregato per settore di uso finale dell'energia.

Con il Protocollo d'intesa per il coordinamento delle politiche finalizzate alla riduzione delle emissioni di gas-serra nell'atmosfera, approvato nella Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome (Torino, giugno 2001), le Regioni e le Province Autonome si sono impegnate a garantire:

- l'orientamento delle diverse politiche alla riduzione, quanto più possibile, dei gas-serra;
- il coordinamento degli interventi e dei finanziamenti statali e locali per il prioritario obiettivo della sostenibilità;
- l'individuazione, nell'ambito dei Piani di tutela e risanamento della qualità dell'aria, delle strategie ottimali per la riduzione dei gas-serra;
- l'elaborazione entro il 2002 di un Piano energetico ambientale, sulla base dei singoli bilanci energetici, che privilegi le fonti rinnovabili e l'innovazione tecnologica, la razionalizzazione della produzione elettrica, la razionalizzazione dei consumi energetici con particolare riguardo al settore civile anche attraverso l'introduzione della Certificazione energetica, il raccordo dei diversi settori di programmazione ai fini della sostenibilità complessiva, la valorizzazione del ruolo delle politiche di sostegno dell'innovazione tecnologica nonché degli strumenti macroeconomici fiscali, tariffari e incentivanti, e la promozione nel settore produttivo dell'eco-efficienza e della cooperazione internazionale.

Alla Nona Conferenza delle Parti della Convenzione-quadro sui cambiamenti climatici (Milano, dicembre 2003), gli enti locali italiani impegnati nei processi di Agenda 21 locale e nelle iniziative politiche attivate in seno alle loro associazioni (ANCI, UPI, Associazione Italiana Agende 21 Locali, Kyoto Club) si sono impegnati ad adottare interventi coerenti agli obiettivi di Kyoto secondo una logica di ripartizione e attribuzione di obiettivi locali. Inoltre, ritenendo necessario avviare ampie sperimentazioni di sistemi di reporting che consentano di elaborare anche a scala locale bilanci energetici e bilanci delle emissioni per poter monitorare nel tempo gli effetti degli interventi, hanno richiesto l'impegno del Governo e delle Regioni affinché vengano adottate metodologie uniformi di rilevazione e stima dei consumi e delle emissioni. Gli Enti locali si sono inoltre impegnati ad adottare Piani d'azione basati su obiettivi di riduzione delle emissioni e di sviluppo delle fonti rinnovabili quantificabili e misurabili, definendo coerenti criteri per l'orientamento dei modelli insediativi, il trasporto e la mobilità, per la progettazione bioclimatica nell'edilizia pubblica, i servizi a rete e il teleriscaldamento.

L'azione a livello locale viene supportata anche a livello comunitario, tramite il sostegno diretto alle Agenzie locali per l'energia. Tali agenzie sono strutture tecniche agili e specializzate, strumentali ai poteri pubblici locali, capaci di bilanciare le differenti politiche di settore al fine di favorire lo sviluppo sostenibile; esse hanno il compito di informare il pubblico sugli usi razionali dell'energia, di attuare le strategie e gli interventi individuati dai piani energetici o dagli studi preparatori, di formare i responsabili energetici nel territorio, e soprattutto di intraprendere processi di pianificazione energetica territoriale.

Per incentivare il ricorso a tecnologie energeticamente efficienti sono stati emanati, da parte del Ministero delle attività produttive e del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, i Decreti ministeriali 24.4.2001, recentemente sostituiti dai Decreti ministeriali 20.7.2004. Il meccanismo proposto, innovativo a livello mondiale, prevede la creazione di un mercato di titoli di efficienza energetica attestanti gli interventi realizzati, per certi versi simile a quello dei certificati verdi adottato per la promozione delle fonti rinnovabili di energia nella generazione elettrica. All'Autorità per l'energia elettrica ed il gas è stato demandato il compito di redigere delle linee guida volte a determinare nei dettagli il meccanismo dei decreti.

Va infine ricordato che, entro l'inizio del 2006, l'Italia dovrà recepire la direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia; obiettivo della direttiva è la promozione del miglioramento del rendimento energetico degli edifici nella Comunità, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni per quanto riguarda il clima degli ambienti interni e l'efficienza sotto il profilo dei costi.

## **1. LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, IL PROCESSO DI DEVOLUZIONE E IL DECENTRAMENTO IN CAMPO ENERGETICO**

Non esiste in Italia un piano di uso del territorio nazionale, mentre esistono dei piani territoriali provinciali e regionali. Nel 1972 la competenza primaria per la pianificazione urbanistica è stata assegnata alle Regioni; in seguito sono state promulgate diverse leggi che influiscono sulla pianificazione dell'uso del territorio, tra le quali la Legge 431/1985 sulla tutela del patrimonio paesaggistico, la Legge 183/1989 sulla difesa del suolo e la Legge Quadro 394/1991 sulle aree protette.

Il processo di devoluzione e quello di decentramento in campo energetico sono stati scanditi dai seguenti provvedimenti:

- la Legge 308/1982 ("Norme sul contenimento dei consumi energetici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia e l'esercizio di centrali elettriche alimentate con combustibili diversi dagli idrocarburi"), che ha operato un parziale decentramento di funzioni decisionali e gestionali in merito all'attribuzione di incentivi al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili;
- la Legge 142/1990 ("Ordinamento delle Autonomie locali"), che ha confermato il principio di autonomia ordinaria delle autorità locali, ha trasferito nuovi poteri e ha creato le aree metropolitane e le comunità montane;
- la Legge 10/1991 ("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"), che ha avviato il processo di decentramento delle responsabilità energetiche agli Enti locali e ha incaricato le Regioni e i Comuni con oltre 50.000 abitanti di predisporre un Piano energetico;
- la Legge 81/1993 ("Elezione diretta del sindaco, del presidente della Provincia, del Consiglio comunale e del Consiglio provinciale"), che ha introdotto l'elezione diretta del sindaco e dei presidenti delle Province;
- il Decreto del Presidente della Repubblica 412/1993 ("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 10/1991"), che ha iniziato a definire il processo di decentramento delle responsabilità energetiche agli Enti locali;
- la Legge 59/1997 ("Delega al Governo per il conferimento di funzioni e compiti alle Regioni ed Enti Locali, per la riforma della Pubblica Amministrazione e per la semplificazione amministrativa" – c.d. Legge Bassanini), che ha accelerato il trasferimento dei poteri alle Regioni a statuto ordinario, ai Comuni e alle Province, e ha definito i poteri dello Stato;
- la Legge 127/1997 ("Misure urgenti per lo snellimento dell'attività amministrativa e dei procedimenti di decisione e di controllo"), che ha abolito il controllo ex ante sulle misure assunte dalle autorità locali;
- il Decreto legislativo 112/1998 ("Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 59/1997"), che ha attuato il decentramento amministrativo;
- il Decreto legislativo 96/1999 ("Intervento sostitutivo del Governo per la ripartizio-

ne di funzioni amministrative tra Regioni ed Enti locali a norma dell'art. 4, comma 5 della legge 59/1997 e successive modificazioni”), che stabilisce una ripartizione delle funzioni amministrative tra Regioni ed Enti locali, valida fino all'entrata in vigore di ciascuna legge regionale;

- il Decreto legislativo 267/2000 (“Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali”), che ha unificato la legislazione relativa alle autorità locali;
- la Legge costituzionale 3/2001 (“Modifiche al titolo V della parte seconda della Costituzione”), che estende le competenze regionali a tutte le fasi degli usi finali dell'energia.

Attualmente i Comuni detengono numerose competenze, che comprendono l'amministrazione e la gestione dei servizi ai cittadini (rifiuti solidi urbani, trasporti, illuminazione pubblica, ecc.), la destinazione urbanistica di aree cittadine, le autorizzazioni e concessioni per attività produttive, il regolamento edilizio, il Piano energetico comunale (Legge 10/1991), il Piano urbano del traffico, la zonizzazione acustica, i controlli degli impianti termici (> 40.000 abitanti), la sicurezza degli impianti (Legge 46/1990), il monitoraggio dell'ambiente urbano, l'eventuale adesione all'Agenda 21 e i rapporti con le aziende municipalizzate.

In particolare, i Piani urbani del traffico (PUT), introdotti dal Decreto legislativo 285/1992, devono essere redatti dai Comuni con popolazione superiore a 30.000 abitanti e da quelli comunque interessati da rilevanti problematiche di circolazione stradale. Si tratta di un insieme coordinato di interventi per il miglioramento delle condizioni della circolazione stradale nell'area urbana, da realizzarsi nel breve periodo (2 anni) e nell'ipotesi di dotazioni e di mezzi di trasporto sostanzialmente invariate; la finalità è quella di contenere al massimo, tramite interventi di modesto onere economico, le criticità della circolazione, in una logica di complementarità con il Piano dei trasporti, che è invece uno strumento di programmazione di medio-lungo periodo in materia di infrastrutture e servizi di trasporto collettivo.

L'Agenda 21 locale è invece lo strumento di coordinamento finalizzato all'integrazione e alla declinazione a livello di singole comunità degli obiettivi di sostenibilità messi a punto alla Conferenza di Rio de Janeiro. Essa basa la sua forza su una capacità di coinvolgimento molto più ampia di quella dei tradizionali strumenti istituzionali; in tal senso può quindi fornire un contributo forte soprattutto nel momento formativo e in quello esecutivo degli strumenti attuativi di pianificazione urbanistica e territoriale, potendo contare su un'adesione allargata, volontaria e responsabile di soggetti istituzionali, associazioni, del mondo imprenditoriale e di altre organizzazioni (ENEA, 2004).

## **2. LA GESTIONE ENERGETICA DELLE CITTÀ**

L'art. 5, comma 5 della Legge 10/1991 prescrive che i Piani regolatori generali dei Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti debbano prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia. Vengono così definite, per la prima volta, le competenze delle amministrazioni locali in materia di pianificazione energetica, riconoscendo la necessità che la politica nazionale si raccordi con gli elementi di pianificazione territoriale; ciò implica la necessità di conoscere e valutare le caratteristiche dei sistemi energetici locali, e rende possibile l'attivazione di iniziative dal basso elaborate dai Comuni in dialogo con le Regioni, ossia dagli organi dell'Amministrazione che più direttamente possono interpretare le esigenze di sviluppo e di razionalizzazione dei sistemi energetici locali in relazione alle esigenze e alle caratteristiche dell'utenza.

Questa disposizione normativa, pur nei suoi limiti, offre ai Comuni l'opportunità di integrare il fattore energia nelle scelte di qualificazione e di miglioramento dell'ambiente urbano e della qualità della vita, iniziando a utilizzare in modo coordinato e finalizzato spazi

e strumenti di cui essi già dispongono (come ad esempio il Piano regolatore generale, il Regolamento edilizio).

L'obbligo della predisposizione del Piano energetico comunale riguarda 137 Comuni, con una popolazione complessiva interessata di quasi 20 milioni di abitanti, pari al 34% del totale. Ad oggi solo 39 di questi Comuni (pari al 28% del totale) hanno predisposto il Piano energetico comunale (vedi Figura 1); di questi 39 piani, 6 sono in via di realizzazione. La popolazione potenzialmente coinvolta è di circa 9 milioni di abitanti (Kyoto Club, 2004).

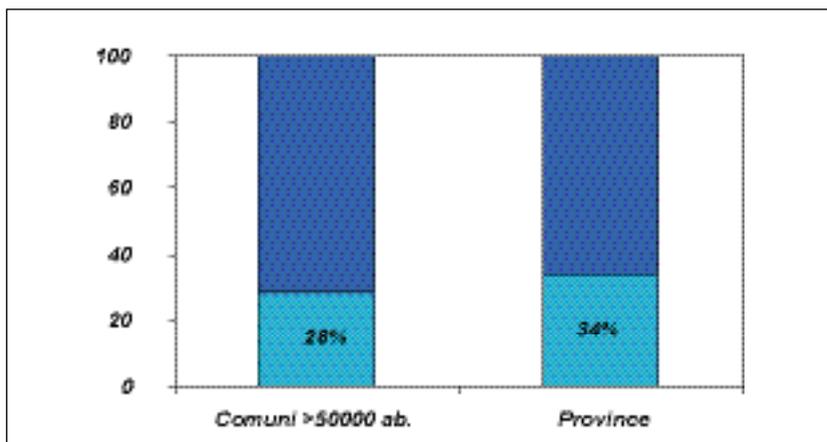


Figura 1 - Enti che hanno predisposto un Piano energetico (dati percentuali)

Fonte: Kyoto Club, 2004

Dall'analisi di questi Piani risulta che è possibile migliorare l'efficienza energetica delle città italiane, riducendo i consumi energetici del 10-15% attraverso interventi tecnicamente ed economicamente realizzabili in molti settori (abitazioni, ospedali, scuole, industrie, ecc.); ciò potrebbe ridurre le emissioni di gas-serra di questi settori, contribuendo così al raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, mentre più difficile risulta la diminuzione delle emissioni nel settore dei trasporti. Dall'analisi risulta, inoltre, che la produzione di energia da fonti rinnovabili a livello urbano è ancora troppo esigua (ENEA, 2004).

La stessa legge 10/1991 affida alle Province la responsabilità di controllo sugli impianti di riscaldamento relativi ai territori comunali con meno di 40.000 abitanti; successivamente, con il Decreto legislativo 112/1998, le Province hanno assunto anche il compito di redazione e adozione di programmi di intervento per la promozione delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico. Sebbene le Province non abbiano l'obbligo di predisporre un proprio Piano energetico, 35 di esse (pari al 34% del totale) si sono dotate di questo strumento di programmazione energetica (vedi Figura 1); di questi programmi, 9 sono attualmente in fase di realizzazione (Kyoto Club, 2004). Nell'ambito dell'obiettivo generale dello sviluppo sostenibile, i Piani energetici provinciali perseguono, come finalità specifiche, il contenimento dei consumi energetici, lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili locali e la tutela dell'ambiente.

Per quanto riguarda l'integrazione della tematica "energia" in altri strumenti, il 20% dei Comuni con più di 50.000 abitanti ha ritenuto opportuno inserire le indicazioni per un corretto uso dell'energia all'interno del Regolamento edilizio, del Piano urbano del traffico o del Piano regolatore generale, mentre il 31% delle province ha inserito la problematica energetica all'interno delle norme tecniche d'attuazione del Piano territoriale di coordinamento (vedi Figura 2).

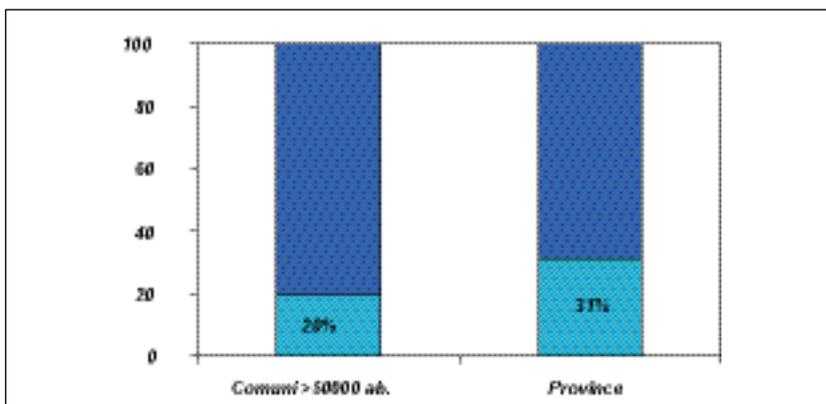


Figura 2 - Enti che hanno integrato la tematica energia in altri strumenti (dati percentuali)  
Fonte: Kyoto Club, 2004

Negli ultimi anni, la pianificazione energetico-ambientale-territoriale si è intersecata con il processo di adozione delle Agenda 21 locali, il quale sta recuperando l'iniziale ritardo grazie all'impulso fornito dall'azione di diffusione, valorizzazione e monitoraggio di tali esperienze da parte del Coordinamento Nazionale Agende 21 Locali (nato a Ferrara nel 1999 e recentemente trasformato in Associazione). Attualmente il processo di Agenda 21 locale interessa 48 Comuni con oltre 50.000 abitanti (pari al 35% del totale) e 33 Province (pari al 32% del totale); di questi, 16 Comuni e 10 Province hanno affrontato il tema energetico (vedi Figura 3).

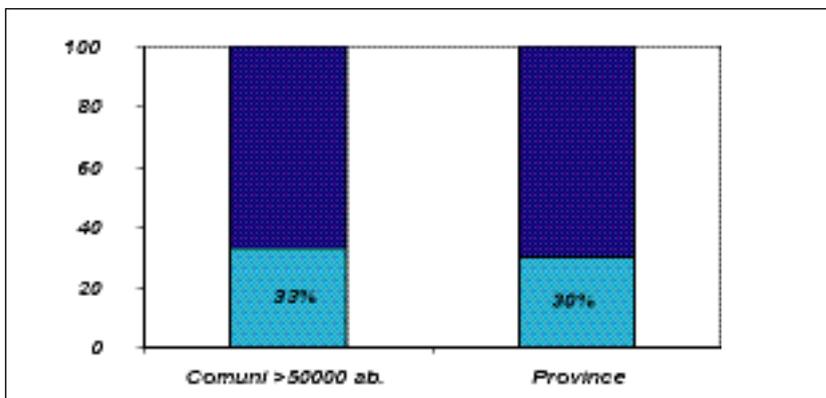


Figura 3 - Enti che hanno trattato il tema "energia" nell'ambito di un processo di Agenda 21 (dati percentuali).  
Fonte: Kyoto Club, 2004

L'attivazione di agenzie locali per l'energia nasce dall'esigenza di supportare gli enti in una corretta ed efficace gestione delle politiche energetiche ed ambientali sul proprio territorio; tali agenzie sono finalizzate ad incentivare l'uso razionale dell'energia e a valorizzare le risorse energetiche locali e le fonti rinnovabili. Ad oggi 11 Comuni con oltre 50.000 abitanti (8%) e 28 Province (27%) hanno attivato tale servizio attraverso i propri fondi o usufruendo di programmi (SAVE) emanati dall'Unione Europea (vedi Figura 4).

Per quanto riguarda la contabilizzazione energetica, il 64% degli Enti risulta avere effettuato una contabilizzazione dei consumi energetici sul proprio territorio, senza particolari differenze tra realtà comunali e provinciali (vedi Figure 5 e 6); ma di questi, solo la

metà ha effettuato la contabilizzazione delle emissioni di gas-serra e possiede una serie storica dei consumi, mentre ancora meno sono quelli che prevedono un aggiornamento periodico dei bilanci energetici. Infine, solo il 38% di essi ha ritenuto opportuno effettuare la contabilizzazione del risparmio energetico derivante dalle azioni programmate (Kyoto Club, 2004).

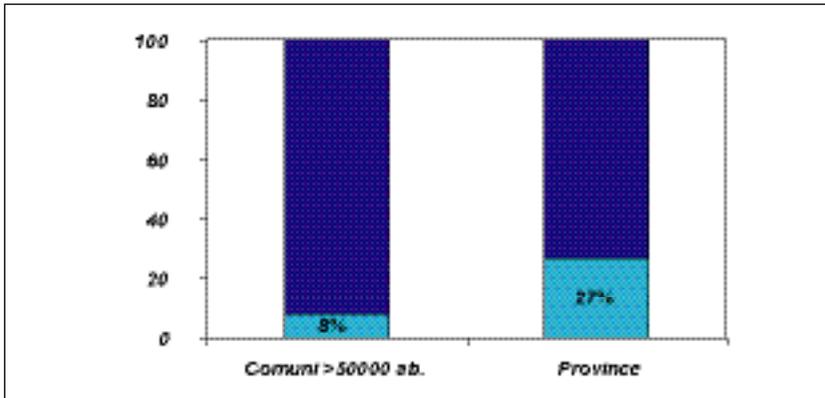


Figura 4 - Enti pubblici che hanno creato agenzie locali per l'energia (dati percentuali)  
Fonte: Kyoto Club, 2004

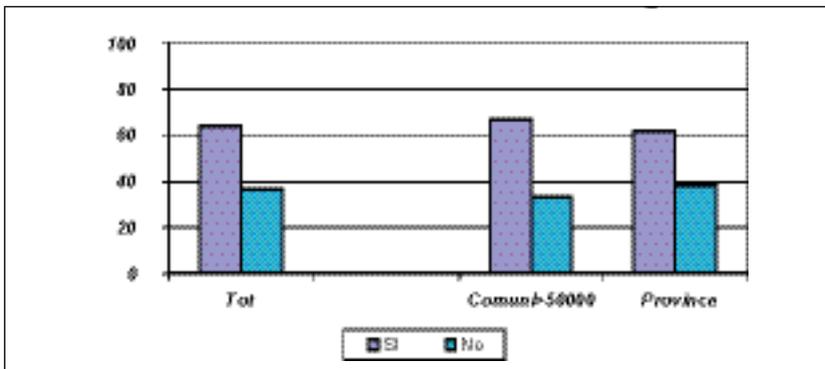


Figura 5 - Enti che hanno effettuato una contabilizzazione dei consumi energetici sul proprio territorio (dati percentuali)  
Fonte: Kyoto Club, 2004

La contabilizzazione a livello territoriale sta assumendo invece un valore sempre maggiore se la si mette in relazione alla necessità di verificare l'andamento delle emissioni dei gas-serra, che a livello nazionale si esplicita con la necessità di riportare gli andamenti di tali emissioni per verificare il rispetto degli impegni assunti a livello internazionale; a livello locale, benché non vi siano obiettivi vincolanti, il controllo delle emissioni ha comunque un notevole significato per determinare l'efficacia delle eventuali azioni intraprese sull'intero sistema energetico, consentendo anche di capire quanto gli andamenti siano determinati da azioni svolte a livello nazionale o locale.

Un esempio di Piano energetico nell'ambito delle azioni di sviluppo sostenibile è costituito dall'esperienza del Comune di Lecco. Nel 2001, dopo aver avviato il proprio processo di Agenda 21 locale, il Comune ha provveduto all'elaborazione del Piano energe-

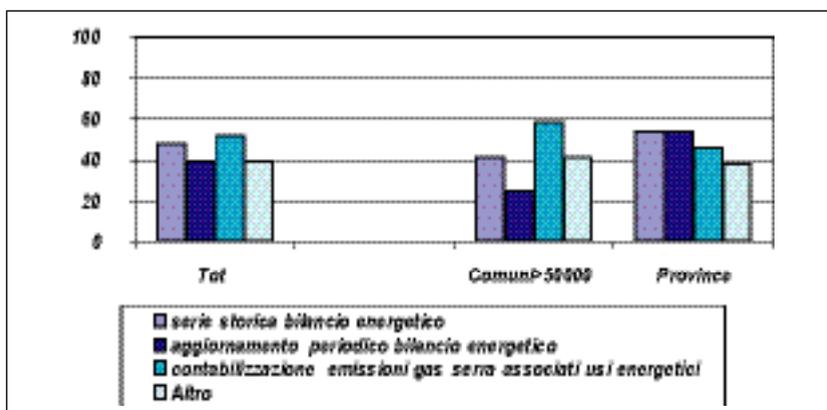


Figura 6 - Modalità di contabilizzazione dei consumi energetici sul territorio (dati percentuali)  
Fonte: Kyoto Club, 2004

tico comunale strutturandolo secondo criteri di sostenibilità e sulla scorta degli obiettivi definiti dal Forum; il Piano energetico è stato pensato come uno strumento capace di accogliere e veicolare le proposte e i suggerimenti dei portatori di interesse, integrandoli nelle strategie di pianificazione locale (Piano regolatore generale) e nelle azioni di sviluppo sostenibile. Gli obiettivi condivisi del Piano energetico hanno delineato un orizzonte di intervento che comprende azioni per favorire lo sviluppo delle fonti rinnovabili, nonché per sensibilizzare gli utenti all'uso razionale dell'energia e adeguare il Regolamento edilizio ai principi del consumo intelligente e sostenibile delle risorse energetiche.

Lo schema metodologico ha previsto un Bilancio energetico e ambientale del territorio comunale e, in funzione dei suoi risultati, l'elaborazione di uno scenario "naturale" al 2010 e di altri due scenari (minimo e massimo), nei quali prevedere gli effetti di una programmazione energetica sostenibile. Per concretizzare tali scenari si è fatto riferimento a un quadro di azioni ben definite. Il Piano energetico comunale, in questo senso, ha individuato interventi di risparmio energetico nel settore residenziale e terziario e ha posto l'accento sullo sviluppo, nel settore delle fonti rinnovabili, delle pompe di calore e degli impianti mini-idroelettrici. Nel caso specifico del solare termico e fotovoltaico, il Piano ha previsto di sfruttare pienamente tutte le opportunità offerte dai recenti finanziamenti proposti dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e dalla Regione Lombardia.

### 3. I PIANI ENERGETICI COMUNALI : ASPETTI METODOLOGICI

Le esperienze condotte in questi anni hanno consentito la realizzazione di due guide metodologiche per l'elaborazione dei Piani energetici comunali, da parte rispettivamente dell'ENEA e di CISPEL/ACEA/Ambiente Italia.

#### 3.1 Metodologia ENEA

Nella "Guida per la pianificazione energetica comunale" (ENEA, 1997) sono individuati i seguenti moduli da tenere in considerazione e da sviluppare per elaborare il Piano energetico comunale:

- Quadro legislativo e obiettivi generali della pianificazione - Nelle attività di pianifica-

zione energetica comunale occorre considerare la ridefinizione delle funzioni degli Enti locali, le disposizioni in materia ambientale per gli aspetti correlati con i processi di trasformazione energetica, le linee programmatiche espresse dai Piani energetici regionali e i programmi territoriali e di settore.

I Piani energetici comunali sono finalizzati a: (a) razionalizzare i consumi; (b) diversificare le fonti tradizionali e sostituirle con fonti rinnovabili; (c) utilizzare disponibilità, servizi, tecnologie e competenze energetiche locali; (d) limitare le infrastrutture energetiche, l'inquinamento ambientale e gli usi energetici non compatibili con la politica di gestione del territorio; (e) sostenere la creazione di servizi energetici locali, le politiche energetiche regionali, nazionali e comunitarie, l'altra pianificazione comunale e la domanda di altri servizi collegati agli usi energetici.

Al fine della redazione del Piano, i Comuni con oltre 50.000 abitanti sono suddivisi in piccoli (<60.000 abitanti, estensione territoriale <80 km<sup>2</sup>), medi (60.000-200.000 abitanti, estensione territoriale di 80-150 km<sup>2</sup>) e grandi (>200.000 abitanti, estensione territoriale >150 km<sup>2</sup>). Nella valutazione dei dati e degli indicatori si fa riferimento nel primo caso all'intero territorio, nel secondo caso all'intero territorio comunale o alla somma di diverse porzioni, e nel terzo caso alla suddivisione del territorio in parti (per ambito urbanistico, per suddivisione amministrativa, per zonizzazioni per fini diversi o per caratterizzazioni ambientali).

- Caratterizzazione del territorio - La pianificazione energetica territoriale richiede il reperimento di dati climatologici, demografici e socio-economici; tali dati, se disponibili per un arco temporale di 2-5 anni, possono essere utilizzati per estrapolare le tendenze nel quinquennio successivo e contribuire a un'efficace descrizione della tendenza degli scenari energetici.
- Configurazione del sistema energetico - Il Bilancio energetico comunale (BEC) rappresenta un quadro di sintesi del sistema energetico riferito a un determinato periodo di tempo, in genere un anno; esso consente di dedurre la quantità e la tipologia di energia prodotta, reperita, trasformata e consumata nel territorio comunale, nonché di seguire l'evoluzione della domanda e dell'offerta attraverso il confronto tra bilanci relativi a diversi anni, evidenziando le correlazioni con il sistema socio-economico. Per la sua redazione occorre reperire dati sull'offerta di energia (produzione, importazione ed esportazione di vettori energetici, stoccaggio e trasformazione di fonti di energia) e sulla domanda di energia (consumi di fonti a rete e non a rete, o consumi per settori di attività; a parte sono considerati i consumi dei grandi utenti, che prevedono la figura dell'energy manager).

Il Bilancio è costituito da una matrice con tre sezioni: (a) produzione, importazione, esportazione e variazione delle scorte di fonti energetiche primarie e secondarie; (b) processo di trasformazione delle fonti energetiche primarie e derivate; (c) sistema dei consumi finali, ossia la destinazione di ogni fonte nei settori di impiego.

Per la sua redazione l'ENEA propone la metodologia PETER96, originariamente studiata per i bilanci regionali ma utilizzabile anche su scala comunale; si tratta di una matrice in cui vengono riportate tutte le informazioni disponibili in riferimento a classi omogenee di fonti energetiche (solide, liquide, gassose, energia elettrica), in modo da poter ottenere, per ognuna di esse, l'identità "disponibilità = impieghi". I diversi dati quantitativi vengono convertiti in tonnellate equivalenti di petrolio (tep).

Il Bilancio energetico comunale consente di effettuare un'analisi energetica del territorio, valutando il livello dei consumi energetici (primari e secondari) per i vari settori di impiego. Gli usi finali dell'energia possono riassumersi in usi elettrici obbligati, usi per trasporto e usi termici; in particolare, la conoscenza degli usi finali di energia a bassa temperatura consente di valutare il potenziale di applicazione delle fonti rinnovabili.

Oltre che in termini di valori assoluti, la caratterizzazione energetica di un dato ter-

ritorio va fatta anche rapportando le grandezze energetiche alle variabili economiche, strutturali e demografiche, ossia costruendo indicatori di efficienza energetica. Questi indicatori consentono di valutare lo stato dell'efficienza energetica di un determinato settore per un dato periodo di tempo, nonché di confrontare il sistema energetico in esame con altre realtà simili e con gli ambiti territoriali superiori (provincia, regione, Italia, Europa) e di valutarne l'evoluzione temporale; essi risultano utili, inoltre, nella fase di definizione degli scenari futuri, per la scelta degli obiettivi e per il monitoraggio dei risultati delle azioni intraprese.

- Fonti energetiche rinnovabili e assimilate: aspetti teorici - Vengono presentate una classificazione e una rassegna delle diverse fonti rinnovabili e assimilate.
- Valutazione dell'effettiva utilizzabilità delle risorse rinnovabili e assimilate - Vengono presentati dei metodi di stima di massima per valutare l'utilizzabilità delle fonti alternative. Se i risultati di questa prima analisi sono positivi, vengono eseguiti studi più approfonditi che meglio caratterizzano gli interventi; eventualmente si procede anche a una loro selezione e classificazione di priorità, in base a criteri basati su effetti raggiungibili, convenienza economica, fattibilità tecnica, eventuali ostacoli di tipo normativo e possibili ricadute occupazionali.
- Scenari energetici futuri e individuazione degli obiettivi - Viene introdotto il concetto di Bilancio energetico comunale tendenziale a  $\Delta t$  anni, definito come quello che si avrebbe dopo  $\Delta t$  anni in condizioni di stazionarietà dello scenario energetico; per formulare questo concetto si effettua un'estrapolazione dei consumi futuri a partire dall'andamento passato, opportunamente corretta in base alle previsioni su parametri strettamente connessi all'andamento dei consumi (popolazione, volume edificato, parco veicoli, reddito medio, fatturato delle attività produttive). Il bilancio delle emissioni previste in atmosfera discende direttamente dal Bilancio energetico comunale tendenziale, inserendo negli appositi modelli di calcolo (es.: AIRES o THEMIS) i valori dei consumi futuri stimati; la distribuzione dei modi d'uso dell'energia e degli apparecchi utilizzati è di difficile conoscenza, mentre le caratteristiche tecnologiche degli impianti, per orizzonti temporali brevi, possono essere supposte invarianti, a meno di eventuali prescrizioni normative.

Il Bilancio energetico comunale ha lo scopo di programmare, per un arco di tempo di 5-10 anni, un sistema energetico per il territorio capace di far fronte agli sviluppi qualitativi e quantitativi della domanda, opportunamente "gestita" in modo da favorire un uso razionale dell'energia, con un'offerta più efficiente e orientata all'impiego di fonti rinnovabili. L'analisi dei bilanci energetici e delle emissioni attuali e tendenziali, unita all'impiego di opportuni indicatori, fornisce le indicazioni strategiche sulla progettazione degli interventi; per stabilire le priorità tra le diverse azioni da intraprendere, occorre considerarne la fattibilità normativa, la fattibilità tecnica, la fattibilità economica, la valutazione dei risultati, il Bilancio energetico comunale risultante dagli obiettivi previsti e il Bilancio delle emissioni associato.

- Strumenti di attuazione e gestione della pianificazione - Vengono descritte le modalità attuative e le procedure di gestione del Piano. I principali aspetti affrontati riguardano gli strumenti operativi (creazione di un'Agenzia comunale per l'energia, con un ruolo di coordinamento, indirizzo e controllo dell'attuazione del Piano), gli strumenti finanziari (contributi in conto capitale), gli strumenti normativi (regolamento edilizio comunale, interazione con strumenti urbanistici) e gli strumenti di formazione e informazione (formazione dei tecnici comunali, diffusione presso il pubblico).

### **3.2 Metodologia CISP/EL/ACEA/Ambiente Italia**

La guida fornita da CISP/EL/ACEA/Ambiente Italia (AI, 1997) è orientata a fornire criteri e metodologie per Piani energetici integrati con una forte valenza e connotazione

ambientale. A differenza della Guida ENEA, questa metodologia prevede anche il calcolo delle esternalità ambientali, ossia dei costi ambientali associati all'attuale sistema di produzione e distribuzione dell'energia per gli usi finali.

Per l'attivazione della procedura per il Piano energetico ambientale comunale (PEAC), la Guida prevede le seguenti fasi:

- Delibera della Giunta municipale e affidamento dell'incarico alla Municipalizzata (se esiste) del coordinamento degli studi preliminari e della redazione del Piano d'azione.
- Eventuale delibera per l'affidamento dell'elaborazione degli studi preliminari o di parte di essi a enti, istituti o professionisti tecnicamente competenti.
- Elaborazione di studi preliminari da parte della Municipalizzata e/o degli specialisti incaricati secondo un indice predefinito - Il Bilancio energetico comunale rappresenta il principale strumento operativo di tutta la procedura di pianificazione; oltre a "fotografare" la situazione attuale, esso fornisce strumenti analitici e interpretativi di quella situazione, della sua evoluzione storica e della sua configurazione a livello territoriale e a livello intrasettoriale. Tale Bilancio deve prevedere attività conoscitive e analitiche non solo sul lato della domanda e dell'offerta, ma anche sul lato delle esternalità ambientali; queste ultime richiedono la stima dei costi ambientali associati agli usi finali di energia (emissioni inquinanti, emissioni di gas-serra, altri) e l'analisi del ciclo di vita.

La contabilità dei consumi finali a scala comunale dovrebbe in prima ipotesi essere articolata per macrosettori (agricoltura, civile residenziale, civile terziario, industria, trasporti) e per vettori energetici (carbone, olio combustibile, gasolio, benzina, GPL, metano, energia elettrica). La contabilizzazione di tutte le voci di consumo finale va riportata al livello di disaggregazione e di dettaglio più approfondito possibile secondo un criterio infrasettoriale (per sottosectori di impiego), temporale (andamento stagionale, mensile e orario in alcuni giorni-tipo della domanda energetica) e spaziale (disaggregazione della domanda comunale in sub-aree, consentendo un confronto per indici fra diverse zone della città).

Le informazioni fornite dai dati disponibili possono essere sintetizzate attraverso indicatori rispettivamente di consumo / domanda finale di energia, di prestazione delle tecnologie energetiche, di efficienza del sistema energetico e di prestazione economico-finanziaria. L'analisi del ciclo di vita dell'energia rappresenta uno strumento di valutazione utile ai fini della comparazione di diversi scenari integrati di consumo-approvvisionamento-produzione in relazione ai costi globali, in termini energetici e di emissioni, che ogni scenario comporta. La quantificazione delle emissioni atmosferiche associate ai diversi scenari energetici è significativa anche in ambito comunale, in quanto esse assumono una duplice valenza: a scala locale costituiscono un indicatore diretto della pressione sulle risorse ambientali determinata dalle attività antropiche, mentre a scala globale l'obiettivo del contenimento delle emissioni di gas-serra deve necessariamente essere implementato nelle politiche locali.

La ricostruzione del sistema energetico richiede una simulazione del funzionamento dei diversi anelli della "catena" energetica. Il software TEMIS (Total Emission Model for Integrated Systems), messo a punto dall'Oekoinstitut di Friburgo e adattato alla situazione italiana da Ambiente Italia, consente di valutare le emissioni atmosferiche derivanti da conversioni energetiche, considerando tutto il ciclo dei combustibili dall'estrazione alla lavorazione e al trasporto degli stessi; una particolare versione di questo software è stata preparata per operare nell'ambito del progetto "Urban CO<sub>2</sub>" dell'ICLEI, con un'attenzione alle problematiche dei bilanci su scala urbana.

- Definizione del Piano d'azione - Dopo l'analisi della situazione reale e degli scenari futuri senza interventi, occorre formulare un Piano d'azione che individui la combinazione di interventi in grado di soddisfare gli obiettivi del pianificatore/decisore, come ad esempio il contenimento delle emissioni. La metodologia più idonea a tal fine è

costituita dalla Pianificazione integrata delle risorse (Integrated Resource Planning) o Pianificazione a costo minimo (Least Cost Planning), che considera come risorse energetiche, anche economicamente convenienti, non solo quelle tradizionali della produzione, ma anche quelle derivanti da una corretta ed efficiente Gestione della domanda (Demand Side Management). Per valutare la convenienza economica delle opportunità di aumento dell'efficienza, si utilizza il seguente indicatore:

Costo dell'Energia Risparmiata (CER) = [(investimento iniziale x fattore di recupero del capitale) + variazione di costi operativi e di manutenzione] / risparmio di energia annuo

La Guida suggerisce alcune tecnologie disponibili e i relativi interventi da adottare per ottenere una maggiore efficienza negli usi finali. Inoltre le aziende e gli enti locali possono realizzare dei centri specializzati per la consulenza a utenti, progettisti e installatori, nonché attivare numerosi interventi volti a conseguire risparmi nei consumi di energia di propria pertinenza, con ricadute sia in termini economici sia di immagine presso la cittadinanza.

- Delibera della Giunta municipale di approvazione del Piano d'azione e degli strumenti amministrativi, operativi e di finanziamento necessari alla realizzazione delle azioni previste - La fattibilità e l'attuazione del Piano d'azione devono essere sottoposte a verifiche in base a considerazioni di ordine tecnico, economico e gestionale; devono inoltre essere indicate le modalità di gestione della fase attuativa. Gli interventi previsti nel Piano d'azione devono inoltre integrarsi con le altre strategie di sviluppo e pianificazione; essi possono trovare attuazione anche attraverso strumenti di cui l'Amministrazione comunale già dispone, quali la normativa urbanistica (norme tecniche di attuazione del Piano regolatore generale e Regolamento edilizio), altri atti amministrativi (capitolati speciali di oneri per le gare di appalto pubbliche per ristrutturazioni edilizie e servizi energetici, convenzioni o contratti di servizio). Deve infine essere assicurato il coordinamento con gli altri piani di settore (Piano rifiuti, Piano urbano del traffico, Piano acque).

In sintesi, un Piano energetico comunale che persegua obiettivi di carattere operativo e di reale applicabilità deve: a) ricostruire la struttura del sistema energetico-ambientale-territoriale (per vettori, per settori, per usi finali, per aree territoriali); (b) fornire un quadro il più possibile esauriente dell'evoluzione storica della situazione energetico-ambientale e, se possibile, individuare i possibili scenari di sviluppo urbano (sotto il profilo economico, demografico, territoriale, ecc); (c) individuare il potenziale di intervento (sul lato della domanda e sul lato dell'offerta utilizzando fonti rinnovabili) e gli strumenti attivabili nei diversi campi d'azione; (d) definire un conseguente Piano d'azione; (e) individuare ostacoli e fattori "di successo" per l'attuazione di tale piano.

#### 4. CONSUMI ENERGETICI ED EMISSIONI DI GAS-SERRA NELLE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE

Le modalità di produzione e consumo dell'energia, e le conseguenti emissioni in atmosfera, rappresentano un elemento determinante della qualità ambientale delle aree urbane e, più in generale, della sostenibilità urbana.

L'attenzione per questa tematica è evidente, a livello europeo, nella Comunicazione della Commissione europea "Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano" (CE, 2004). In Italia, diversi istituti ed enti di ricerca pubblici e privati stanno concentrando la propria attenzione sul ruolo delle città rispetto agli obiettivi nazionali di politica energetica e ambientale.

<b>COMUNI</b>	<b>Consumi di energia elettrica per uso domestico (KWh/ab.)</b>	<b>Consumi di gas per uso domestico e per riscaldamento (m<sup>3</sup>/ab.)</b>
Bologna	1233,0	667,7
Firenze	1191,0	482,6
Genova	1023,5	458,2
Milano	1224,6	603,7
Napoli	1058,6	153,2
Palermo	1180,2	46,0
Roma	1309,4	316,6
Torino	1122,5	524,2

Tabella 1 - Consumi di energia nelle principali città italiane (anno 1998)  
Fonte: ISTAT (1998)

A livello locale, benché non vi siano obiettivi vincolanti, la stima delle emissioni ha comunque un notevole significato per determinare l'efficacia delle eventuali azioni intraprese sull'intero sistema energetico, consentendo anche di capire quanto gli andamenti siano determinati da azioni svolte a livello nazionale o da azioni svolte a livello locale. Un esempio in tal senso deriva dall'indicatore "Contributo locale al cambiamento climatico globale", sviluppato nell'ambito del progetto "Indicatori Comuni Europei – Verso un profilo di sostenibilità locale" (AI, 2003), realizzato con il supporto della Commissione europea – DG Ambiente, del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici.

Alcune città italiane (Alessandria, Bologna, Caltanissetta, Napoli, Palermo, Roma, Torino, Trento) hanno inoltre aderito alla campagna "Città italiane per la protezione del clima", finalizzata ad assistere i governi locali nelle loro attività per la riduzione dei gas-serra, che ha ricevuto il supporto del Ministero dell'ambiente nell'ambito delle iniziative per l'attuazione del Protocollo di Kyoto.

La campagna si svolge in stretto coordinamento con la Segreteria europea dell'International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI), che coordina la Campagna europea. In Italia, la Campagna è coordinata dall'Agenzia per l'energia della Città di Torino e, dal punto di vista tecnico-scientifico, dall'Agenzia energetica della Provincia di Livorno, che si avvalgono del supporto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

La Campagna fornisce alle città aderenti il supporto tecnico necessario per redigere il proprio bilancio di emissioni di anidride carbonica e l'assistenza nella redazione dei Piani comunali per la riduzione dei gas-serra. Per aderire alla campagna, le città devono

approvare una delibera della Giunta comunale con la quale si impegnano a redigere un Bilancio delle emissioni di gas-serra del proprio Comune, a definire degli obiettivi di riduzione delle emissioni, e sviluppare e adottare un Piano comunale per la riduzione dei gas-serra (da approvare in Consiglio comunale), a implementare tale Piano comunale e a verificare le azioni e gli effetti di riduzione dei gas-serra.

Seppur utilizzando metodologie diverse e quindi fornendo dati non comparabili tra loro, negli ultimi anni diverse città hanno stimato le proprie emissioni di anidride carbonica a livello comunale o provinciale.

Alcune amministrazioni locali hanno utilizzato il modello e software di calcolo AIRES (Analisi Integrata per la Riduzione dell'Effetto Serra), uno strumento realizzato all'interno del "Programma di azioni a supporto dell'iniziativa delle amministrazioni locali in attuazione della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici", finanziato dal Ministero dell'ambiente. AIREs (1998) è a disposizione delle amministrazioni provinciali e regionali e dei Comuni aventi popolazione superiore alle 50.000 unità. Questa iniziativa si è svolta nell'ambito delle campagne europea e italiana "Città per la protezione del clima".

La metodologia si basa su un'analisi di ciclo di vita e produce una stima delle emissioni attraverso l'applicazione di opportuni fattori di emissione su tre fasi della produzione: quelle derivanti dall'utilizzo del vettore energetico (emissioni dirette), quelle derivanti dalla produzione del vettore energetico (emissioni indirette) e quelle necessarie alla produzione dei dispositivi necessari all'utilizzo del vettore energetico (emissioni da materiali). Tale metodologia porta a calcolare le emissioni di gas-serra di un territorio sulla base dei consumi di energia conformemente a un principio di responsabilità; pertanto, nel caso in cui un territorio sia un importatore netto di energia elettrica, calcolare le emissioni sulla base dei consumi vuol dire attribuire al territorio in esame anche le emissioni generate altrove nel processo di combustione che ha portato alla produzione del vettore energetico. Infatti, a livello locale contabilizzare solo le emissioni dirette – come avviene a livello nazionale secondo la metodologia messa a punto dall'International Panel on Climate Change (IPCC) - può portare a ignorare ampie quote di emissioni che di fatto vengono prodotte in altri territori per soddisfare consumi locali e, quindi, a sottostimare il contributo all'effetto serra del territorio in esame.

## **5. CASO DI STUDIO: TORINO**

La Provincia di Torino pubblica periodicamente un Rapporto sull'energia; il Terzo rapporto (2003) contiene i dati aggiornati al 2001. L'indicatore sulle emissioni locali di anidride carbonica è contenuto anche nel "Rapporto sullo stato della sostenibilità". La città di Torino ha aderito alla Campagna "Città italiane per la protezione del clima".

Il Piano d'Azione Energetico Ambientale, approvato dal Consiglio Provinciale nel 2002, riveste il ruolo di vero e proprio documento programmatico della Provincia di Torino nel settore energetico, definendo obiettivi, azioni, risultati attesi, tempi e risorse necessarie ad attuare le prime azioni programmate. Il documento fornisce un aggiornamento della normativa di settore intercorsa negli ultimi anni e ne mette in evidenza le rilevanti ripercussioni in ambito locale. Esso inoltre definisce le indicazioni politiche dell'intera programmazione energetica in merito alle diverse aree di intervento dell'ente e dettaglia le sette linee d'attività in cui viene ripartita l'agenda delle azioni (attività di reporting e analisi energetiche, funzioni amministrative di competenza, interventi sul patrimonio di proprietà, attività di sostegno agli enti locali, progetti mirati e buone pratiche, incentivi, e formazione/informazione).

Per la città di Torino sono state calcolate per l'anno 1997 le emissioni di gas-serra per vettore e per settore energetico. La metodologia adottata dalla Provincia per la contabilizzazione delle emissioni climalteranti è quella prevista dal software di calcolo AIREs

(vedi Paragrafo 4). Per apprezzare le importazioni di energia elettrica, la metodologia si basa sui consumi energetici e non solo sulla produzione.

Va tuttavia precisato che la contabilizzazione delle emissioni di gas-serra condotta in questo studio si riferisce al solo settore energetico, e trascura quindi altre fonti di emissioni, quali i processi industriali e l'utilizzo di solventi, il processo di smaltimento dei rifiuti, l'allevamento e l'agricoltura; tali fonti andrebbero poi controbilanciate con i pozzi naturali di assorbimento dei gas climalteranti (tipicamente le foreste), che contrastano l'effetto emissivo naturale e antropico.

Le emissioni di gas-serra in provincia di Torino risultano essere in continua crescita: nel 2001 si sono registrate 18.354 chiltonnellate di anidride carbonica equivalente (vedi Tabella 2).

Nel periodo 1990–2001 le emissioni di gas serra derivanti dai consumi energetici sono cresciute del 13,8%, un tasso quasi doppio rispetto alla media nazionale; tale aumento si è interamente concentrato nella seconda metà degli anni Novanta. Nel 1999 e nel 2000, seguendo l'andamento dei consumi energetici, le emissioni si sono leggermente contratte rispetto al valore massimo registrato nel 1998; tuttavia nel 2001 si è riscontrato un nuovo incremento.

In assenza di una conversione delle fonti energetiche, la crescita dei consumi si è tradotta in una crescita delle emissioni di anidride carbonica sostanzialmente equivalente.

	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
<b>Trasporti</b>	4.005	4.270	4.796	4.877	4.868	5.049
<b>Attività produttive</b>	5.829	5.782	5.766	5.496	5.696	5.810
<b>Usi civili</b>	6.296	6.470	7.487	7.499	7.298	7.495
<b>Totale</b>	16.130	16.522	18.049	17.872	17.862	18.354

Tabella 2 - Provincia di Torino: Emissioni di gas-serra per settore (kton di CO<sub>2</sub> eq.)  
Fonte: Elaborazione APAT da Provincia di Torino (2003)

Il 31,7% delle emissioni di gas-serra nel 2001 è attribuibile al settore delle attività produttive, il 40,8% agli usi civili e il 27,5% al settore dei trasporti (vedi Tabella 3). Analizzando le variazioni assolute dei tre macrosettori rispetto ai dati del 1990, si rileva che i settori degli usi civili e dei trasporti sono i maggiori responsabili dell'aumento delle emissioni climalteranti imputabili agli usi energetici; è pertanto su di essi che andrebbero prese le misure più incisive.

<b>Settori</b>	<b>Emissioni di gas-serra (%)</b>
<b>Trasporti</b>	27,5
<b>Attività produttive</b>	31,7
<b>Usi civili</b>	40,8
<b>Totale</b>	100,0

Tabella 3 - Provincia di Torino: Emissioni di gas-serra per settore (anno 2001 – dati percentuali)  
Fonte: Provincia di Torino (2003).

Anche le emissioni pro capite hanno registrato una continua crescita, sebbene negli ultimi anni la loro curva presenti un'inversione interessante. Utilizzando una linea di ten-

denza lineare a partire dal 1985, si può stimare l'evoluzione delle emissioni nei prossimi anni; con tale approccio semplificato, al 2010 si avrebbe un aumento del 19,8% delle emissioni rispetto ai valori del 1990 (circa 19.334 kton). Tale stima, puramente indicativa, fornisce tuttavia un ordine di grandezza sulla riduzione reale delle emissioni necessaria per raggiungere gli obiettivi di Kyoto. Poiché nel 1990 le emissioni risultavano pari a circa 16.129 kton, l'obiettivo di emissione al 2010 è di 15.081 kton (vedi Tabella 4). Considerando però l'evoluzione tendenziale delle emissioni, la riduzione reale sarebbe di 4.253 kton (calcolato rispetto al dato stimato per il 2010), pari a ben il 15% circa della situazione nazionale.

	<b>1990</b>	<b>2010</b>
<b>Emissioni di gas-serra</b>	16.129	19.334
<b>Obiettivo di Kyoto (-6,5% rispetto al 1990)</b>		15.081
<b>Riduzione delle emissioni rispetto all'obiettivo</b>		4.253

Tabella 4 - Provincia di Torino: Emissioni di gas-serra (kton)  
Fonte: Provincia di Torino (2003)

## **6. CASO DI STUDIO: VENEZIA**

Nel 2003 il Comune di Venezia ha elaborato il proprio Piano energetico ambientale. Negli studi preliminari al Piano è stata effettuata un'analisi dell'evoluzione storica dei consumi energetici nel periodo 1990-2000 e sono stati determinati i fattori causa dei consumi e della loro possibile evoluzione futura. Per la costruzione degli scenari futuri, sono state considerate le condizioni che possono determinare cambiamenti della domanda e dell'offerta di energia. In particolare, è stata ricostruita una panoramica delle principali tecnologie applicabili al fine di ottenere una maggiore razionalizzazione dell'uso dell'energia; si è considerato, inoltre, anche l'aspetto connesso all'organizzazione energetica, intendendo con questo termine quell'insieme di accorgimenti atti alla promozione dell'efficienza energetica che si basano sulla struttura e sulla relazione tra le diverse parti che costituiscono la domanda di energia. In funzione del peso delle diverse condizioni sul sistema energetico, con riferimento al 2010 sono stati individuati uno scenario tendenziale (che presuppone che l'evoluzione del sistema avvenga secondo meccanismi standard), uno scenario di riduzione (basato su azioni ragionevolmente praticabili per il periodo considerato) e uno scenario potenziale (che considera il potenziale tecnico di riduzione raggiungibile mediante la completa applicazione delle iniziative contenute nelle ipotesi del precedente scenario). Lo scenario tendenziale e quello potenziale definiscono l'intervallo all'interno del quale si collocano gli altri scenari di promozione dell'efficienza energetica.

Le analisi svolte sul sistema energetico sono state accompagnate da analoghe analisi sull'evoluzione delle emissioni di gas-serra a esso associate, sulla base di un'analisi globale delle fonti energetiche, prendendo in considerazione tutti i passi tecnologici che si inseriscono nel ciclo di vita di un vettore energetico; per questo motivo si è realizzata un'analisi del sistema di offerta di energia (produzione interna ed esterna). Attraverso quest'analisi è stata ricostruita l'evoluzione passata delle emissioni dei gas-serra e ne è stata valutata l'evoluzione futura a seguito degli interventi proposti; in analogia con quanto stabilito dal Protocollo di Kyoto, si vuole inoltre valutare quale sia stata e quale sarà la variazione delle stesse rispetto al 1990, preso come anno di riferimento.

Sono state infine predisposte linee d'azione in grado di orientare l'evoluzione del sistema energetico verso criteri di maggiore sostenibilità. Il Piano d'azione che si delinea in-

roduce il fattore "efficienza energetica" come indicatore di qualità delle scelte strategiche di sviluppo territoriale e urbanistico e di quelle gestionali e amministrative; esso può costituire l'occasione per intervenire più efficacemente nell'integrazione di alcune scelte strategiche compiute in diversi piani di settore, con la diminuzione dei flussi di energia, l'innalzamento dell'efficienza a parità di servizio reso e il conseguente beneficio ambientale ed economico per l'intera comunità locale.

Nel Piano energetico è stato esaminato l'andamento delle emissioni di gas-serra (anidride carbonica, metano e protossido di azoto) per i vari settori, considerando l'effetto complessivo di questi gas attraverso il valore dell'equivalente di anidride carbonica (CO<sub>2</sub> eq.). Per determinare le emissioni dovute all'utilizzo delle fonti energetiche, i dati di consumo sono stati moltiplicati per opportuni coefficienti di emissione specifica corrispondenti ai singoli vettori energetici utilizzati; per ogni vettore energetico sono stati considerati due coefficienti di emissione, uno relativo alla produzione del vettore stesso, l'altro relativo al suo consumo.

Per quanto riguarda il primo coefficiente, è necessario fare uno studio delle modalità attraverso le quali il settore energetico garantisce l'approvvigionamento dei diversi vettori sul mercato; si tratta, in sintesi, di individuare il mix di fonti primarie utilizzate, di valutare l'efficienza di trasformazione degli impianti operanti a servizio dell'area considerata e di descrivere le reti di distribuzione stimando le perdite di trasmissione ad esse connesse. Questa analisi consente di ricostruire la struttura dell'offerta energetica locale e di stimare anche l'efficienza "a valle" dell'ambito territoriale oggetto dello studio. Per il comune di Venezia, la struttura di approvvigionamento è stata ricondotta ai seguenti elementi:

- per quanto riguarda i prodotti petroliferi, alla rete di distribuzione commerciale e alle provenienze dei singoli vettori (raffinerie e luoghi di estrazione);
- per quanto riguarda i combustibili solidi, alla rete di distribuzione commerciale e alle provenienze dei singoli vettori;
- per quanto concerne il gas naturale, alla rete SNAM e alla struttura distributiva locale (Italgas);
- per quanto concerne l'energia elettrica, alla rete ENEL e di altri produttori e/o distributori.

Il coefficiente di emissione specifica relativo al consumo di un vettore energetico si riferisce ai dispositivi utilizzati. In questa analisi ci si è riferiti a emissioni specifiche medie, considerando che per quanto riguarda le sostanze considerate non vi sono sostanziali differenze tra le emissioni specifiche di dispositivi diversi; tale valore è uguale a 1 per l'anidride carbonica, a 21 per il metano e a 310 per il protossido d'azoto.

Le emissioni complessive nel 2000 ammontano a 3.944 kton di CO<sub>2</sub> eq.. Dopo la diminuzione dei primi anni Novanta, le emissioni si sono poi stabilizzate (vedi Tabella 5).

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Dirette</b>	1.405	1.403	1.457	1.399	1.444	1.467	1.479
<b>Indirette</b>	3.183	2.581	2.547	2.483	2.479	2.454	2.525
<b>Totale</b>	4.488	3.984	4.004	3.881	3.923	3.921	3.944
<b>Tot. normalizzato</b>	4.584	3.953	3.972	3.905	3.911	3.961	4.040

Tabella 5 - Comune di Venezia: Emissioni di gas-serra per tipologia di emissione

Fonte: Comune di Venezia (2003)

Legenda: le emissioni dirette sono legate all'uso finale delle fonti energetiche e avvengono a livello locale; le emissioni indirette sono legate alla produzione e distribuzione delle fonti energetiche e possono avvenire sia all'interno sia all'esterno del territorio in esame. I valori normalizzati depurano i dati delle condizion climatiche e della diminuzione dell'estensione del territorio comunale.

Considerando i valori normalizzati, il valore al 2000 risulta di 4.040 kton, facendo intravedere un leggero incremento durante gli ultimi anni (era pari a 3.953 kton di CO<sub>2</sub> eq. nel 1995). Le emissioni annue per abitante ammontano a oltre 14 tonnellate, che è circa il doppio della media nazionale.

Come per il consumo energetico, anche per le emissioni di gas-serra il peso maggiore è rappresentato dal settore produttivo (pari al 57% del totale), a causa dell'elevato consumo di energia elettrica. Gli altri settori contribuiscono in maniera pressoché uguale tra loro (vedi Tabella 6).

Le attività produttive portano le emissioni a livelli molto alti rispetto a un contesto urbano medio; se si esclude il settore produttivo, si scopre che le emissioni seguono un andamento da realtà urbana "più normale". Ma è anche evidente che il peso di poche ma grosse realtà produttive può fare cambiare in poco tempo le tendenze in atto, come si è visto con la riduzione dei consumi e delle emissioni avvenuta durante i primi anni Novanta proprio a seguito dell'interruzione di alcuni processi produttivi ad alta intensità energetica.

	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Trasporti</b>	484	543	553	558	593	613	610
<b>Attività produttive</b>	3.004	2.327	2.258	2.182	2.145	2.132	2.259
<b>Terziario</b>	447	496	531	521	554	568	514
<b>Residenziale</b>	653	619	662	621	631	608	560
<b>Totale</b>	4.589	3.985	4.004	3.882	3.923	3.921	3.943

Tabella 6 - Comune di Venezia: Emissioni di gas-serra per settore (kton di CO<sub>2</sub> eq.)  
Fonte: Elaborazione APAT su dati Comune di Venezia (2003).

Nella ripartizione vettoriale delle emissioni di gas-serra (vedi Tabella 7) si nota con evidenza il ruolo dell'energia elettrica, il cui peso risulta essere pari al 58% del totale.

	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>GPL</b>	66	54	60	52	72	78	71
<b>Benzina</b>	221	299	305	304	310	308	291
<b>Gasolio</b>	282	253	255	257	275	289	302
<b>Gas naturale</b>	1.085	1.040	1.092	1.026	1.034	1.041	995
<b>Energia elettrica</b>	2.935	2.338	2.293	2.241	2.232	2.204	2.285
<b>Totale</b>	4.589	3.984	4.005	3.880	3.923	3.920	3.944

Tabella 7 - Comune di Venezia: Emissioni di gas-serra per vettore (kton di CO<sub>2</sub> eq.)  
Fonte: Elaborazione APAT su dati Comune di Venezia (2003).

Per quanto riguarda le emissioni dovute alle centrali termoelettriche presenti nel territorio comunale (Tabella 8), esse hanno registrato un incremento dovuto essenzialmente al gas naturale, sebbene la quota relativa al carbone resti comunque dominante.

Questi dati vengono riportati in forma separata dai precedenti in quanto non vengono attribuiti alla città stessa, ma ricadono sul proprio territorio. In effetti, viene attribuita alla città solo la porzione derivante dall'energia elettrica prodotta localmente e qui consumata, mentre il resto va in esportazione; tale principio è coerente con la quota di emissioni associata all'energia importata che, chiaramente, è stato attribuito alla città.

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Carbone</b>	5.966	4.940	3.941	3.050	4.534	4.841	6.678
<b>Olio combustibile</b>	672	1.132	625	802	687	679	283
<b>Metano</b>	1.428	3.768	3.796	4.076	4.177	3.996	3.927

Tabella 8 - Comune di Venezia: Emissioni dalle centrali termoelettriche (kton di CO<sub>2</sub> eq.).  
Fonte: Comune di Venezia (2003).

A seguito dell'analisi dell'andamento delle emissioni per i diversi settori, i risultati ottenuti sono stati aggregati per ricostruire un quadro complessivo (vedi Tabella 9). Nello scenario di riduzione, la differenza delle emissioni rispetto al 1990 è del 25%; d'altra parte essa era già del 14% nel 2000, calo dovuto essenzialmente alla chiusura di processi produttivi ad alta intensità energetica.

Emissioni di gas-serra	Riferimento (1990)	Attuale (2000)	Tendenziale (2010)	Potenziale (2010)	Riduzione (2010)
<b>Residenziale</b>	646	557	579	383	528
<b>Terziario</b>	444	512	564	386	515
<b>Attività produttive</b>	3.044	2.259	1.987	1.802	1.803
<b>Trasporti</b>	488	615	641	539	575
<b>Totale</b>	4.582 (*)	3.944	3.771	3.110	3.422
<b>Variazione su tendenziale</b>				-661	-350
<b>Variazione su riferimento (%)</b>		-14	-18	-32	-25

Tabella 9 - Comune di Venezia: Emissioni di gas-serra a livello settoriale per diversi scenari (kton di CO<sub>2</sub> eq.).

Fonte: Comune di Venezia (2003). - (\*) dato in corso di verifica

Considerando anche altri interventi ipotizzati (rete di teleriscaldamento, gestione dei rifiuti solidi urbani e gestione del verde), il risultato complessivo viene riassunto nella Tabella 10.

Emissioni di gas-serra	Riferimento (1990)	Attuale (2000)	Tendenziale (2010)	Potenziale (2010)	Riduzione (2010)
<b>Settori</b>	4.582	3.944	3.771	3.110	3.422
<b>Rete teleriscaldamento</b>	0	0	0	-54	-54
<b>Gestione rifiuti solidi urbani</b>	225	177	23	23	23
<b>Gestione verde</b>	0	0	-2,4	-2,4	-2,4
<b>Totale</b>	4.807	4.120	3.792	3.077	3.388
<b>Variazione su tendenziale</b>				-715	-404
<b>Variazione su riferimento (%)</b>		-14	-21	-36	-30

Tabella 10 - Comune di Venezia: Variazione complessiva delle emissioni di gas-serra (kton di CO<sub>2</sub> eq.).  
Fonte: Comune di Venezia (2003).

## 7. CASO DI STUDIO: BOLOGNA

Il Comune di Bologna ha una lunga storia di programmazione energetica e di stima delle emissioni di gas climalteranti. Nel 1981, insieme all'AGIP Petroli, è stata attivata un'importante ricerca sui consumi energetici ("Bologna Energy Study – BEST"), sulla cui base sono state effettuate alcune scelte a favore del risparmio energetico e della cogenerazione abbinata al teleriscaldamento. Nel 1991 il Comune ha aderito al progetto "Urban CO<sub>2</sub> Reduction", finalizzato alla stabilizzazione delle emissioni dei gas-serra, e il cui lavoro di aggiornamento è iniziato nel 1998; nel 1995 è stata approvata una delibera comunale che definiva le "Strategie di riduzione delle emissioni di anidride carbonica". La città ha inoltre aderito alla Campagna "Città italiane per la protezione del clima". Nell'ambito del progetto "Urban CO<sub>2</sub> Reduction" è stato elaborato il Bilancio energetico e delle emissioni comunali di anidride carbonica al 1990, sono stati confrontati tali risultati con lo studio BEST per comprenderne l'evoluzione e sono stati formulati possibili scenari al 2005 dei consumi energetici e delle relative emissioni di gas climalteranti (scenario "business as usual" scenario di riduzione e scenario potenziale; infine, sono state selezionate possibili azioni di contenimento e sono stati definiti alcuni obiettivi di riduzione delle emissioni.

I consumi energetici complessivi della città sono stati valutati, al 1997, pari a 757 ktep (espressi in energia finale), a fronte dei 620 ktep del 1985 e dei 692 ktep del 1990 (vedi Tabella 11). A partire dal 1985 si è registrato un incremento pari a circa l'1,5% annuo; tra il 1990 e il 1997 l'incremento è stato pari al 9,5%.

I valori di consumo sono stati calcolati normalizzando i consumi dei vettori energetici utilizzati per il riscaldamento mediante i "gradi-giorno", svincolandosi quindi dai fattori climatici; il processo di normalizzazione si è reso necessario in quanto, nella realtà bolognese, i consumi energetici per riscaldamento rappresentano una quota significativa dei consumi, e le loro variazioni possono mascherare le variazioni tendenziali degli stessi. L'aumento dei consumi energetici si riflette in un aumento ancor più marcato dei consumi per abitante, dal momento che questi ultimi sono stati caratterizzati da una continua diminuzione negli anni considerati: si è passati da 1,33 tep nel 1985, a 1,55 nel 1990 e a 1,82 nel 1997.

La ripartizione settoriale dei consumi si caratterizza per una prevalenza del residenziale, seguito dai trasporti, dal terziario e dalle attività produttive (agricoltura e industria). L'analisi delle variazioni intercorse mette in evidenza un notevole incremento del terziario e dei trasporti, mentre per le attività produttive e il residenziale si registrano variazioni alterne.

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Trasporti</b>	183	213	231	228	230	230
<b>Attività produttive</b>	73	72	72	64	75	77
<b>Terziario</b>	98	120	141	159	159	164
<b>Residenziale</b>	266	287	274	277	280	286
<b>Totale</b>	620	692	718	728	744	757

Tabella 11 - Comune di Bologna: Consumi energetici per settore (ktep)

Fonte: Elaborazione APAT da Comune di Bologna (1998)

Per quanto riguarda la ripartizione per tipologia di vettori energetici (vedi Tabella 12), il gas naturale e l'energia elettrica hanno registrato un continuo incremento, che si è verificato a scapito del gasolio e dell'olio combustibile. Per il GPL non si notano tenden-

ze particolari, mentre è interessante osservare la crescita del fluido termovettore a partire dal 1990.

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Fluido termovettore</b>	0	7	8	9	11	14
<b>Olio combustibile</b>	23	8	9	4	4	5
<b>GPL</b>	13	18	13	12	15	22
<b>Benzina</b>	113	133	151	151	152	150
<b>Gasolio</b>	139	121	104	100	95	96
<b>Gas naturale</b>	251	305	330	342	349	349
<b>Energia elettrica</b>	79	99	106	110	118	121
<b>Totale</b>	618	691	721	728	744	757

Tabella 12 - Comune di Bologna: Consumi energetici per vettore energetico (ktep)  
Fonte: Elaborazione APAT da Comune di Bologna (1998).

Le emissioni di gas-serra sono state valutate pari a 2.322 kton di CO<sub>2</sub> eq. nel 1985, a 2.578 nel 1990 e a 2.788 nel 1997 (vedi Tabella 13); l'incremento verificatosi tra il 1990 e il 1997 è stato dell'8,2%.

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Indirette</b>	844	1.010	1.028	1.059	1.110	1.146
<b>Dirette</b>	1.478	1.568	1.621	1.611	1.625	1.642
<b>Totale</b>	2.322	2.578	2.629 (*)	2.670	2.735	2.788

Tabella 13 - Comune di Bologna: Emissioni dirette e indirette per tipologia di emissione (kton di CO<sub>2</sub> eq.)

Fonte: Elaborazioni APAT da Comune di Bologna (1998)

(\*) dato in corso di verifica.

Legenda: le emissioni dirette sono legate all'uso finale delle fonti energetiche e avvengono a livello locale; le emissioni indirette sono legate alla produzione e distribuzione delle fonti energetiche e possono avvenire sia all'interno sia all'esterno del territorio in esame (nel caso bolognese sono essenzialmente esterne).

L'aumento delle emissioni è stato percentualmente inferiore all'aumento dei consumi, il che significa che il contenuto di carbonio per ogni unità di energia consumata è diminuito; ciò è stato dovuto da un lato al fatto che l'incremento del consumo complessivo è stato determinato in gran parte dal gas naturale, che sostituisce vettori energetici con un maggior contenuto di carbonio, e dall'altro alla variazione del mix elettrico. Nel 1997 il residenziale ha contribuito con il 36% delle emissioni, mentre il terziario con il 25% (vedi Tabella 14); i settori residenziale e terziario si sono avvicinati in termini di emissioni più di quanto sia successo in termini di energia consumata.

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Trasporti</b>	607	705	765	753	760	763
<b>Attività produttive</b>	328	306	290	261	294	305
<b>Terziario</b>	436	547	617	673	687	707
<b>Residenziale</b>	952	1.020	976	984	994	1.014
<b>Totale</b>	2.323	2.578	2.648	2.671	2.735	2.789

Tabella 14 - Comune di Bologna: Emissioni di gas-serra per settore (kton di CO<sub>2</sub> eq.)  
Fonte: Elaborazione APAT da Comune di Bologna (1998)

Per quanto riguarda il peso percentuale sul totale delle emissioni, al gas naturale spetta una quota del 36%, contro il 30% dell'energia elettrica (vedi Tabella 15).

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
<b>Fluido termovettore</b>	0	28	32	32	38	39
<b>Olio combustibile</b>	92	31	33	16	17	19
<b>GPL</b>	37	55	40	35	45	65
<b>Benzina</b>	374	440	501	501	505	498
<b>Gasolio</b>	476	414	380	342	324	327
<b>Gas naturale</b>	716	869	918	975	995	995
<b>Energia elettrica</b>	627	740	745	771	812	846
<b>Totale</b>	2.322	2.577	2.649	2.672	2.736	2.789

Tabella 15 - Comune di Bologna: Emissioni di gas-serra per vettore energetico (kton di CO<sub>2</sub> eq.)  
Fonte: Elaborazione APAT da Comune di Bologna (1998)

La Tabella 16 sintetizza i risultati della stima dei contributi alle emissioni di gas-serra per il settore energetico, per la gestione dei rifiuti solidi urbani e per la gestione del verde, relativamente agli anni 1990 e 1997. L'incremento complessivo risulta essere pari al 7%. E' evidente il ruolo dominante del settore energia nella determinazione del livello delle emissioni, con un contributo del 97% sul totale.

	<b>1990</b>	<b>1997</b>
<b>Settore energetico</b>	2.578.147	2.788.580
<b>Gestione rifiuti solidi urbani</b>	109.200	94.328
<b>Gestione del verde</b>		-126
<b>Totale</b>	2.687.347	2.882.782

Tabella 16 - Comune di Bologna: Emissioni di gas-serra per macro-settore (ton. CO<sub>2</sub> eq.)  
Fonte: Comune di Bologna (1998).

La Provincia di Bologna ha redatto un Piano energetico provinciale (2000-2001), integrato nel 2002-2004. Lo studio del sistema energetico-ambientale del territorio provinciale è stato intrapreso attraverso tre passaggi consecutivi: l'analisi dell'evoluzione

storica dei consumi energetici, la determinazione dei fattori-causa di questi consumi e la traduzione della suddetta evoluzione in termini di emissioni di gas-serra.

Per il periodo 1985-1999 sono stati ricostruiti i bilanci energetici provinciali, disaggregando i consumi per settore di attività e per vettore energetico utilizzato; la scelta di costruire i consumi energetici durante un certo numero di anni ha consentito di individuare con maggiore chiarezza gli andamenti tendenziali per i diversi vettori energetici o settori.

Accanto all'analisi temporale del sistema energetico cittadino, in alcuni casi è stato possibile effettuare un'analisi di tipo spaziale disaggregando i consumi energetici, relativamente al 1999, per le diverse aree della Provincia. L'analisi spaziale del sistema energetico della città può costituire la base per la definizione per una ripartizione del territorio in cosiddetti "Bacini Energetici Urbani", ossia aggregazioni delle suddivisioni precedenti che definiscono zone al loro interno il più possibile omogenee e che consentono una rapida visualizzazione delle peculiarità energetiche del territorio provinciale.

Le analisi svolte sul sistema energetico sono state accompagnate da analoghe analisi sull'evoluzione delle emissioni di gas-serra ad esso associate. Le emissioni sono interpretate mediante l'equivalente di anidride carbonica. Per il calcolo delle emissioni conseguenti all'utilizzo delle fonti energetiche, ci si è basati sull'analisi globale di queste ultime, prendendo in considerazione tutti i passi tecnologici che, direttamente o indirettamente, si inseriscono nel ciclo di vita di un vettore energetico. Per questo motivo, è stata realizzata un'analisi del sistema di offerta di energia, considerando la produzione sia esterna sia interna.

Attraverso quest'analisi si è voluto ricostruire l'evoluzione passata delle emissioni dei gas-serra e valutare così la variazione delle stesse rispetto al 1990, preso come anno di riferimento in analogia quanto stabilito dal protocollo di Kyoto. L'impostazione metodologica descritta, la procedura di calcolo e le caratteristiche tecniche degli elementi considerati derivano dall'utilizzo del modello e del software AIREs (vedi Paragrafo 4).

I consumi energetici complessivi a livello provinciale sono stati stimati, al 1999, pari a 2.265 ktep (espressi in energia finale); pertanto sono aumentati del 10% rispetto al 1990 (2.065 ktep) e di circa il 20% rispetto al 1985 (1.890 ktep), con un trend di crescita sostanzialmente costante (vedi Tabella 17). I consumi per abitante sono aumentati, nel periodo 1985-1999, da 2,06 a 2,48 tep, a fronte di una popolazione che invece, nello stesso periodo, è rimasta sostanzialmente stabile (-0,3%).

Nel 1997 i consumi della Provincia hanno rappresentato il 19,6% dei consumi complessivi della regione Emilia Romagna (pari a 11.600 ktep). Per quanto riguarda il Comune capoluogo, il peso in termini di consumi finali è risultato invece, nel medesimo anno, pari a poco meno del 37% del totale provinciale.

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1997</b>	<b>1999</b>
<b>Trasporti</b>	563	636	670	671	740
<b>Attività produttive</b>	574	555	554	524	560
<b>Usi civili</b>	753	874	989	984	965
<b>Totale</b>	1.890	2.065	2.213	2.179	2.265

Tabella 17 - Provincia di Bologna: Consumi energetici per settore (ktep)

Fonte: Elaborazione APAT da Provincia di Bologna (2002)

Le emissioni di gas-serra dovute al consumo di energia della città di Bologna sono state valutate, al 1999, pari a 7.969 kton; nel 1990 erano pari a 7.543 kton, mentre nel 1985 erano pari a 7.006 kton (vedi Tabella 18). L'incremento verificatosi tra il 1990 e il 1999 è del 5,6%.

Anche in questo caso l'aumento delle emissioni è stato percentualmente inferiore a quello dei consumi).

	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1997</b>	<b>1999</b>
<b>Emissioni dirette</b>	2.361	2.843	3.110	3.089	3.130
<b>Emissioni indirette</b>	4.645	4.699	4.799	4.656	4.839
<b>Totale</b>	7.006	7.542	7.909	7.745	7.969

Tabella 18 - Provincia di Bologna: Emissioni dirette e indirette di gas-serra (kton di CO<sub>2</sub>eq.).

Fonte: Elaborazione APAT da Provincia di Bologna (2002).

Legenda: le emissioni dirette sono legate all'uso finale delle fonti energetiche e avvengono a livello locale; le emissioni indirette possono avvenire sia all'interno sia all'esterno del territorio in esame.

## **8. CASO DI STUDIO: NAPOLI**

La città di Napoli ha aderito alla Campagna "Città italiane per la protezione del clima".

Nel 2003 l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici ha fornito le distribuzioni percentuali delle emissioni rispettivamente di anidride carbonica, metano e protossido di azoto per settore nel 2001, a livello provinciale.

Le emissioni di anidride carbonica nella Provincia di Napoli si sono ridotte da circa 9,6 a 8,9 milioni di tonnellate nel periodo 1990-2001. In particolare (vedi Tabella 19), il settore principale di emissione risulta ancora quello dei trasporti stradali (49% del totale), seguito dalla produzione di energia elettrica (19%), dalla combustione non industriale nel settore domestico, nel terziario e nell'agricoltura (14%), dalle emissioni nell'industria manifatturiera (11%) e dalle altre sorgenti di trasporto (7%).

A causa della proporzionalità diretta tra le emissioni di anidride carbonica e i consumi delle fonti primarie di origine fossile (a livello nazionale l'andamento temporale risente fortemente dell'andamento economico-energetico nazionale), la riduzione complessiva delle emissioni nella Provincia di Napoli è dovuta alla riduzione dei consumi nell'industria e nella produzione di energia, mentre i consumi dei trasporti e i consumi energetici non industriali, e le relative emissioni di anidride carbonica, sono aumentati negli anni Novanta.

<b>Settori</b>	<b>Emissioni di anidride carbonica (%)</b>
<b>Centrali elettriche e teleriscaldamento</b>	19
<b>Combustione non industriale</b>	14
<b>Trasporti stradali</b>	49
<b>Altre sorgenti mobili</b>	7
<b>Industria</b>	11
<b>Totale</b>	100

Tabella 19 - Provincia di Napoli: Emissioni di anidride carbonica per settore (anno 2001 – dati percentuali)

Fonte: APAT (2003).

Nel periodo 1990-2001 le emissioni di metano sono rimaste stabili, pari a circa 40.000 tonnellate. I settori che maggiormente incidono su tali emissioni (vedi Tabella 20) sono,

nell'ordine, il trattamento e lo smaltimento di rifiuti (75%), ossia le emissioni dovute soprattutto alla discariche e al trattamento delle acque reflue nell'industria, le attività di allevamento nell'agricoltura (9%), l'estrazione e la distribuzione di combustibili fossili, in particolare la distribuzione di gas naturale (7%) e le emissioni dei trasporti (7%). L'andamento temporale delle emissioni di metano mostra negli ultimi anni un incremento delle emissioni nel trattamento e smaltimento dei rifiuti, dovuto alle maggiori quantità di rifiuti che continuano ad andare in discarica, mentre le emissioni da estrazione e distribuzione dei combustibili registrano una diminuzione dovuta a interventi di riduzione delle perdite delle reti di distribuzione del gas.

<b>Settori</b>	<b>Emissioni di metano (%)</b>
<b>Estrazione e distribuzione di combustibili</b>	7
<b>Trattamento dei rifiuti</b>	75
<b>Agricoltura</b>	9
<b>Trasporti</b>	7
<b>Altro</b>	2
<b>Totale</b>	100

Tabella 20 - Provincia di Napoli: Emissioni di metano per settore (anno 2001 – dati percentuali)  
Fonte: APAT (2003)

Le emissioni di protossido di azoto sono rimaste stabili nel periodo considerato, pari a circa 1.000 tonnellate nel 2001. Contrariamente a quanto avviene a livello nazionale, l'agricoltura non è il macrosettore più importante per tali emissioni, e pesa "solo" per il 24% delle emissioni totali (vedi Tabella 21), soprattutto a causa delle emissioni dovute all'uso di fertilizzanti. Data la non elevata entità in valore assoluto di queste emissioni e di quelle relative ai processi energetici (13%) e industriali (5%), le emissioni di protossido di azoto relative al settore dei trasporti su strada risultano essere la principale fonte delle emissioni antropogeniche (31% del totale); le emissioni relative ai trasporti sono significativamente aumentate nel decennio considerato, a causa della diffusione degli autoveicoli dotati di marmitta catalitica. Occorre comunque riconoscere che i fattori di emissione utilizzati per la stima delle emissioni di protossido di azoto dai trasporti stradali, e in particolare quelli relativi alle auto catalizzate, risentono ancora di un elevato grado di incertezza.

<b>Settori</b>	<b>Percentuale (%)</b>
<b>Centrali elettriche e teleriscaldamento</b>	13
<b>Combustione non industriale</b>	10
<b>Trasporti stradali</b>	31
<b>Altre sorgenti mobili</b>	6
<b>Agricoltura</b>	24
<b>Sorgenti naturali</b>	11
<b>Industria</b>	5
<b>Totale</b>	100

Tabella 21 - Provincia di Napoli: Emissioni di protossido di azoto per settore (anno 2001 – dati percentuali)  
Fonte: APAT (2003)

In conclusione, si può sottolineare che, anche in relazione al tema dei cambiamenti climatici, risulta essere molto significativo il peso del settore dei trasporti stradali, oltre che la presenza di numerose discariche dei rifiuti che danno luogo a elevate emissioni di metano.

## **9. CASI DI STUDIO: ALTRE CITTÀ**

La Provincia di Milano ha realizzato nel 1997 il Piano Energetico dell'Area Metropolitana Milanese (PEAM) e sta realizzando il Piano Energetico Provinciale (PEP). Sono state calcolate le emissioni di gas-serra totali e pro capite, espresse in anidride carbonica equivalente.

Per la città di Genova sono state calcolate le emissioni di anidride carbonica per l'anno 1996, espresse in chilogrammo per abitante, in tonnellate per chilometro quadrato e in chilogrammi per tonnellate equivalenti di petrolio. E' stata inoltre calcolata l'incidenza di tali emissioni per settori di attività (agricoltura, industria, civile, trasporti) e sono stati forniti dati comparativi sulle emissioni di anidride carbonica delle quattro Province liguri e del totale regionale, nonché sul contributo delle singole Province alle emissioni regionali di anidride carbonica.

Il Comune di Firenze ha elaborato il proprio Piano energetico comunale nel 1998.

Per il Comune di Roma sono state calcolate le emissioni di anidride carbonica per settore, elaborate dall'Istituto di Ricerca Ambiente Italia nell'ambito degli studi preliminari al Piano energetico comunale, i cui risultati escludono i settori agricolo e industriale. La città di Roma ha aderito alla campagna "Città italiane per la protezione del clima". Il Comune di Roma, non avendo strutture specialistiche proprie, ha affidato all'Azienda Comunale Energia e Ambiente (ACEA) il compito di realizzare, partendo da quanto previsto dalla Legge 10/1991, un Piano energetico ambientale per la città; tale piano è diventato così l'occasione per coordinare gli strumenti di politica ambientale e quelli di politica energetica.

Per quanto riguarda Palermo, in base alle ricostruzioni dei bilanci energetici e a ulteriori ipotesi di allocazione dei vettori energetici consumati all'interno degli usi finali, sono stati valutati i bilanci delle emissioni relativamente agli anni 1990 e 1996. La scelta del 1990 deriva dal fatto che questo è posto come anno di riferimento nelle convenzioni internazionali per valutare gli andamenti delle emissioni negli anni successivi; sebbene le riduzioni delle emissioni dei gas-serra stabilite a livello internazionale si riferiscono al valore complessivo nazionale, si ritiene comunque interessante ipotizzare che tale riduzione possa essere tenuta come riferimento anche per le singole realtà locali. Il 1996 risulta, invece, essere l'ultimo anno per il quale è stato possibile ricostruire un bilancio energetico completo. Le elaborazioni sono state effettuate utilizzando il modello e il software AIRES; sono state calcolate le emissioni di anidride carbonica equivalente (in tonnellate) ripartite per area relative al 1990, distinte tra dirette e indirette e calcolate anche in percentuale.

Nel 2001 la città di Palermo ha aderito alla campagna "Città italiane per la protezione del clima". Nel 2002 la città ha aderito al progetto comunitario MEDCLIMA (Alleanza del Clima per le Città del Mediterraneo), approvato dalla Commissione Europea-DG Ambiente nell'ambito del Programma LIFE 2001, che ha tra i suoi obiettivi la realizzazione di una guida tecnica per la rapida raccolta dei dati relativi all'anidride carbonica emessa in atmosfera da ogni città aderente al progetto.

Il Piano Energetico Comunale, approvato nel 1998, si articola in tre fasi di lavoro: analisi del sistema energetico comunale, individuazione degli indirizzi di sviluppo della città dal punto di vista energetico e recepimento delle leggi vigenti in materia di energia al fine dell'integrazione degli strumenti urbanistici (PRG, Regolamento edilizio comunale ecc).

## **10. CONCLUSIONI**

La contabilizzazione dei consumi energetici e delle emissioni, soprattutto di gas-serra, a livello locale, è destinata ad acquisire un ruolo sempre più importante come strumento di supporto alla predisposizione di piani energetici e ambientali.

Sia a livello nazionale sia, in maniera molto più evidente, a livello locale, la disponibilità di una metodologia di riferimento per la produzione di queste stime permetterebbe di garantire la significatività e la confrontabilità dei dati calcolati.

In particolare, la contabilizzazione locale richiede alcune assunzioni e/o semplificazioni derivanti dalle peculiarità di un territorio ristretto; ciò implica delle difficoltà sia metodologiche sia di tipo concreto di reperibilità delle informazioni necessarie. Ad esempio, si è già accennato ai problemi connessi all'attribuzione territoriale delle emissioni, confrontando l'approccio IPCC di attribuire al territorio solo le emissioni generate al suo interno con quello basato sul ciclo di vita, che tiene conto delle emissioni derivanti dall'utilizzo del vettore energetico (emissioni dirette), di quelle derivanti dalla produzione del vettore energetico (emissioni indirette) e infine di quelle necessarie alla produzione dei dispositivi necessari all'utilizzo del vettore energetico (emissioni da materiali).

Nell'ambito di questo documento, come prima approssimazione, i dati delle "città" italiane finora reperiti si riferiscono al livello comunale e, talvolta, a quello provinciale.

Per approfondire lo studio di questa tematica, è necessaria comunque la disponibilità di dati rilevati con una metodologia omogenea. E' questo il contributo che l'APAT sta fornendo, attraverso la disaggregazione a livello provinciale dei dati dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera e la messa a punto di una metodologia che consenta di passare dagli inventari provinciali a quelli comunali.

Questo lavoro andrà in parallelo con il completamento del reperimento e dell'analisi dei documenti di programmazione già disponibili su queste tematiche.

Oltre alla ricerca di indicatori sintetici confrontabili, si cercherà inoltre di effettuare una disaggregazione settoriale dei consumi energetici e delle relative emissioni a livello urbano.

## **BIBLIOGRAFIA**

Ambiente Italia (1997), "Il Piano Energetico Ambientale Comunale - Linee metodologiche in applicazione della Legge 10/91 Articolo 5 Comma 5"

Ambiente Italia (1998), "Piano Energetico Ambientale del Comune di Palermo"

Ambiente Italia (2003), "Indicatori Comuni Europei" – Milano

Buratti C., Ortica S., Rossi F. (2001), "Piani energetici e ambientali comunali (PEAC): criteri, metodologie e casi di studio – Quaderno n. 19" - Centro Universitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici (CIRIAF)

Città di Torino (1999), "Agenda Ventuno – Rapporto sullo stato dell'ambiente e sulla sostenibilità della Città di Torino"

Commissione Europea (2004), "Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano" (COM (2004)60 – Bruxelles, 11 febbraio 2004

Comune di Bologna (1995), "Progetto Urban CO<sub>2</sub> Reduction"

Comune di Bologna (1998), "Primo rapporto sullo stato dell'ambiente"

Comune di Firenze (1998), "Piano Energetico Comunale di Firenze: strumenti di pianificazione"

Comune di Palermo (1998), "Piano Energetico Comunale"

Comune di Roma (1997), "Piano di azione ambientale di Roma – Documento preliminare"

Comune di Venezia (2002-2003), "Integrazione al Piano Energetico del Comune di Venezia"

Comune di Venezia (2003), "Piano energetico-ambientale della città di Venezia"

ENEA (1997), "Guida per la pianificazione energetica comunale"

ENEA (1999), "Conferenza Nazionale Energia e Ambiente – Atti della Conferenza – Volume II" - Roma

ENEA (2004), "Rapporto Energia e Ambiente" – Roma

ICLEI (1994), "Carta delle città europee per uno sviluppo durevole e sostenibile (Carta di Aalborg)" – approvata dai partecipanti alla Conferenza europea sulle città sostenibili – Aalborg (Danimarca), maggio 1994

ISTAT (1998), "Osservatorio ambientale sulle città"

ISTAT, "Indagine Multiscopo 1998"

Kyoto Club (2004), "Il contributo degli Enti Locali alla riduzione delle emissioni dei gas di serra"

Legambiente (2001), "Ambiente Italia 2002 – 100 indicatori sullo stato del paese nei dieci anni di globalizzazione da Rio a Johannesburg" – Edizioni Ambiente, Milano

Marchisio S., Raspadori F., Manegga A. (1998), "Rio cinque anni dopo" – CNR, Istituto di studi giuridici sulla comunità internazionale - Franco Angeli, Milano

Ministero dei trasporti e della navigazione, Ministero dei lavori pubblici, Ministero dell'ambiente (2001), "Piano generale dei trasporti e della logistica"

Ministero dell'ambiente (2001), "Relazione sullo stato dell'ambiente" - Roma

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (2001), "Strategie d'azione ambientale per uno sviluppo sostenibile in Italia"

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (2002), "Terza comunicazione nazionale dell'Italia alla Convenzione quadro sui cambiamenti climatici"

Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato (anni vari), "Bilancio energetico nazionale"

Organisation for Economic Co-operation and Development (2002), "Environmental Performance Reviews - Italy" – Paris

Pignatelli R. (2002), "Le politiche ambientali nelle strategie di sviluppo urbano" - Scuola Superiore Pubbliche Amministrazioni Locali (SSPAL), Roma

Provincia di Bologna (2002), "Piano Energetico – Ambientale della Provincia di Bologna"

Provincia di Milano (1997), "Piano Energetico dell'Area Metropolitana di Milano"

Provincia di Napoli (2004), "Secondo rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Napoli"

Provincia di Torino (2003), "Programma energetico provinciale – Piano d'azione energetico ambientale della Provincia di Torino"

Regione Liguria (2003), "La situazione energetica regionale"

Tomassetti G. (2004), "Enti locali in cammino" (tratto da "QualEnergia n. II-2", marzo-maggio 2004)

United Nations (1992), "Framework Convention on Climate Change" – New York

United Nations (1997), "Kyoto Protocol to the Framework Convention on Climate Change"