



Comune di Mantova

# PIANO ENERGETICO COMUNALE

*Per uno sviluppo sostenibile del Comune di Mantova*

## PROGRAMMA OPERATIVO

(Ver. 1.4)

*Con il supporto tecnico scientifico del*

**POLITECNICO DI MILANO**



**Dipartimento di  
Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito  
Building Environment Science and Technology  
BEST**

## **Piano Energetico Comunale di Mantova**

Il Sindaco Fiorenza Brioni  
L'Assessore Carlo Saletta

Il Dirigente Dott.ssa Anna Maria Sposito (Responsabile)

Gruppo di Lavoro

### **Comune di Mantova**

Coordinatore del Progetto Dott.ssa Gabriella Montanarini  
Progettista *pianificatore territoriale* Francesca Pains  
P.I.. Davide Oneda  
Ing. Sandra Savazzi

### **Politecnico di Milano Dipartimento BEST**

Responsabile scientifico e coordinatore Prof. Arch. Giuliano Dall'O'  
Arch. Annalisa Galante  
Arch. Giampaolo Artoni  
Arch. Giovanni Chiambretto  
Ing. Luca Sarto  
Ing. Guido Polisenò

Si ringrazia TEA s.p.a. per il prezioso contributo dato nella realizzazione del presente documento

Mantova, dicembre 2008

## Indice

Premessa .....	4
<b>1 Sintesi delle Azioni di Piano e dei risultati attesi .....</b>	<b>5</b>
1.1 Caratteristiche dell’approccio metodologico .....	5
1.2 Definizione delle azioni di piano .....	7
1.3 Risultati attesi dagli scenari di previsione .....	9
1.4 Effetti significativi sull’ambiente .....	13
<b>2 Inquadramento .....</b>	<b>14</b>
2.1 Considerazioni di sintesi sul Bilancio Energetico Comunale .....	14
2.2 Sintesi del programma operativo del PEC .....	19
<b>3 Azioni di Piano .....</b>	<b>21</b>
3.1 Progetto Efficienza Energetica .....	21
3.2 Progetto Emissioni zero .....	36
3.3 Progetto Energia Impresa .....	43
<b>4 Scenari di riduzione dei fabbisogni di energia .....</b>	<b>50</b>
4.2 Definizione dei possibili scenari collegati alle Azioni di Piano .....	50
4.3 Valutazioni economiche degli interventi .....	65
4.4 Riduzione delle emissioni di gas climalteranti .....	67
<b>5 Gestione e monitoraggio delle azioni di Piano .....</b>	<b>70</b>
5.1 Gli indicatori per il monitoraggio .....	70
5.2 La struttura operativa .....	72

## Premessa

Questo documento riporta le indicazioni contenute nel Piano Operativo per l'Attuazione del Piano Energetico del Comune di Mantova. Il lavoro emerso conclude la terza parte del Piano Energetico Comunale che nella prima e seconda parte, definita nel Novembre 2007, acquisiva le informazioni relative ai flussi di energia che avevano poi consentito di elaborare un Bilancio Energetico comunale di riferimento con un confronto tra vettori di energia e settori di utilizzo.

Questa terza parte, così come le prime due sopra citate, è stata elaborata dall'Amministrazione Comunale con il supporto tecnico-scientifico del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano. Tale supporto riguardava nello specifico le seguenti attività:

- definizione di scenari strategici (intesi come obiettivi di riduzione dei fabbisogni energetici);
- definizione e valutazione economica delle azioni di intervento;
- definizione ed implementazione di strumenti di controllo e gestione del Piano;
- trasferimento delle competenze alle strutture tecniche pubbliche;
- indicazioni per l'avvio dei processi partecipativi, informativi e di disseminazione.

La definizione delle azioni di piano descritte in questo documento è il risultato di una stretta cooperazione, sul piano tecnico, tra l'Ufficio Tecnico Competente e il gruppo di ricercatori del Dipartimento BEST ma è anche il frutto di un confronto che si è attivato con le componenti esterne coinvolte. L'obiettivo è quello di proporre delle azioni che comunque vengano condivise all'interno di una logica partecipativa. Questo documento, quindi, si pone come punto di partenza, come un programma non rigido ma flessibile il cui scopo è quello di attivare una programmazione sostenibile del territorio all'interno della quale le problematiche energetiche non siano indipendenti rispetto alle altre questioni ma siano comprese all'interno di un quadro di riferimento complessivo. Il Piano energetico così come viene concepito è allo stesso tempo uno strumento di stimolo per le azioni previste dal PGT ma anche di controllo delle stesse.

Le implicazioni ambientali del PEC sono evidenti dal momento che il suo obiettivo principale è quello di migliorare l'impatto con l'ambiente riducendo le emissioni di gas climalteranti. Il PEC proposto diventa anche uno strumento che, se gestito in modo coerente ed efficiente, consente di sfruttare meglio le risorse naturali. Queste sono alcune delle motivazioni che hanno convinto gli estensori del PEC di sottoporlo, unitamente al PGT, a Valutazione Ambientale Strategica.

Questa decisione, presa a posteriori, non consente di considerare il Programma Operativo contenuto in questa relazione una fase esecutiva ma un primo anche se importante elemento di valutazione delle possibili azioni che dovranno poi essere condivise nei diversi ambiti.

# 1 Sintesi delle Azioni di Piano e dei risultati attesi

## 1.1 Caratteristiche dell'approccio metodologico

L'elaborazione di un Piano Energetico Comunale consente di definire, attuare e monitorare strategie a vari livelli per garantire uno sviluppo sostenibile del territorio. La metodologia adottata nel PEC di Mantova è caratterizzata da una serie di elementi che è opportuno evidenziare.

- Il Piano Energetico non diventa un strumento indipendente ma un elemento che si integra in modo sinergico agli altri strumenti di pianificazione e gestione del territorio<sup>1</sup>: tra questi il Piano di Governo del Territorio, il Piano del Traffico, il Piano dell'Illuminazione Pubblica;
- L'interattività con i diversi strumenti di piano, molti dei quali in fase di redazioni, non avviene solo nella fase iniziale (analisi dello stato di fatto, definizione degli obiettivi) ma anche in quella gestionale (monitoraggio delle azioni);
- La rapida evoluzione delle contingenze ambientali, ma anche economiche e sociali, rende il PEC uno strumento dinamico, ossia uno strumento che col tempo può e deve essere verificato nei suoi obiettivi che vengono perseguiti attraverso le azioni di piano.
- Il PEC, sia nella fase di analisi e concezione sia in quella di programmazione e attuazione, richiede un forte coinvolgimento della Amministrazione comunale attraverso le strutture tecniche afferenti gli Assessorati competenti. La trasversalità all'interno dell'Amministrazione diventa un requisito irrinunciabile se si condivide l'obiettivo di considerare il PEC uno strumento attivo.

Il PEC di Mantova è soggetto a Valutazione Ambientale Strategica (VAS) e, pertanto, le strategie adottate saranno sottoposte ad un confronto con i soggetti esterni attraverso il percorso previsto dalla Direttiva 2001/42/CE concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.

La VAS applicata ai piani energetici è basata, metodologicamente, sul concetto di sostenibilità e sull'uso razionale delle risorse e del sistema ambientale. L'uso delle risorse rinnovabili può infatti avvenire con un tasso d'utilizzo pari alla capacità della risorsa stessa di rinnovarsi mentre l'uso di quelle non rinnovabili deve essere gradualmente sostituito. Sulla base di questi principi di sostenibilità, è importante rilevare che con il termine risorsa viene inteso tutto il complesso dei fattori fisici, sociali e culturali che riguardano gli individui e le comunità, determinandone forme, relazioni e sviluppo socio-economico.

Di conseguenza, nella valutazione delle scelte energetiche di un determinato territorio, le risorse che vi sono connesse riguardano non solo quelle naturali quali l'aria, l'acqua, il suolo, gli ecosistemi della fauna e della flora, le radiazioni ed il rumore, ma anche quelle non strettamente naturali quali le città, i sistemi degli insediamenti, il paesaggio, la cultura, i sistemi infrastrutturali e quelli tecnologici.

Per garantire l'uso sostenibile di queste risorse, naturali ed antropiche, i comuni, singoli o associati, nell'esercitare le funzioni di programmazione, pianificazione e controllo devono assicurare il collegamento e

---

<sup>1</sup> L'articolo 5 della Legge 10/91, al comma 5, stabilisce che i Piani Regolatori Generali dei Comuni con popolazione superiore a 50mila abitanti debbano prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia, ossia un Piano Energetico Comunale. La legge non specifica quali debbano essere le modalità ed i contenuti del PEC, mentre indica chiaramente che cosa deve intendersi per fonte energetica rinnovabile o assimilata e precisando che l'utilizzo di queste fonti di energia deve essere considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e che le opere relative devono essere equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche. Il PEC è, al pari del PGT, uno strumento indispensabile per la programmazione del territorio verso la sostenibilità economica, sociale ed ambientale.

la coerenza tra politiche energetiche e quelle ambientali (importanza della VAS), adottando, quindi, i principi di prevenzione, precauzione e sussidiarietà.

Altra motivazione che porta all'assoggettamento a VAS di un PEC è che le azioni definite nella fase iniziale devono essere monitorate sulla base degli effetti che producono a livello ambientale, è solo attraverso la definizione prima e la gestione poi dei dati che emergono dagli indicatori che è possibile rendere attivo, flessibile, dinamico ed efficace lo strumento di pianificazione energetica.

Nella figura 1.1 viene schematizzato l'approccio metodologico adottato per il PEC di Mantova.

La prima fase consiste nell'analisi dello stato di fatto che richiede una acquisizione dei dati riguardanti gli usi energetici presenti sul territorio. I dati raccolti consentono di definire un primo Bilancio Energetico Comunale e di comprendere quindi quanta energia viene utilizzata all'interno dell'ambito territoriale considerato ma anche come questa viene utilizzata. Si confrontano i diversi vettori energetici (fonti energetiche convenzionali come metano, gasolio, ecc., teleriscaldamento, energia elettrica, ecc.) con i macrosettori di impiego (residenziale, industria, trasporti, agricoltura, ecc.).

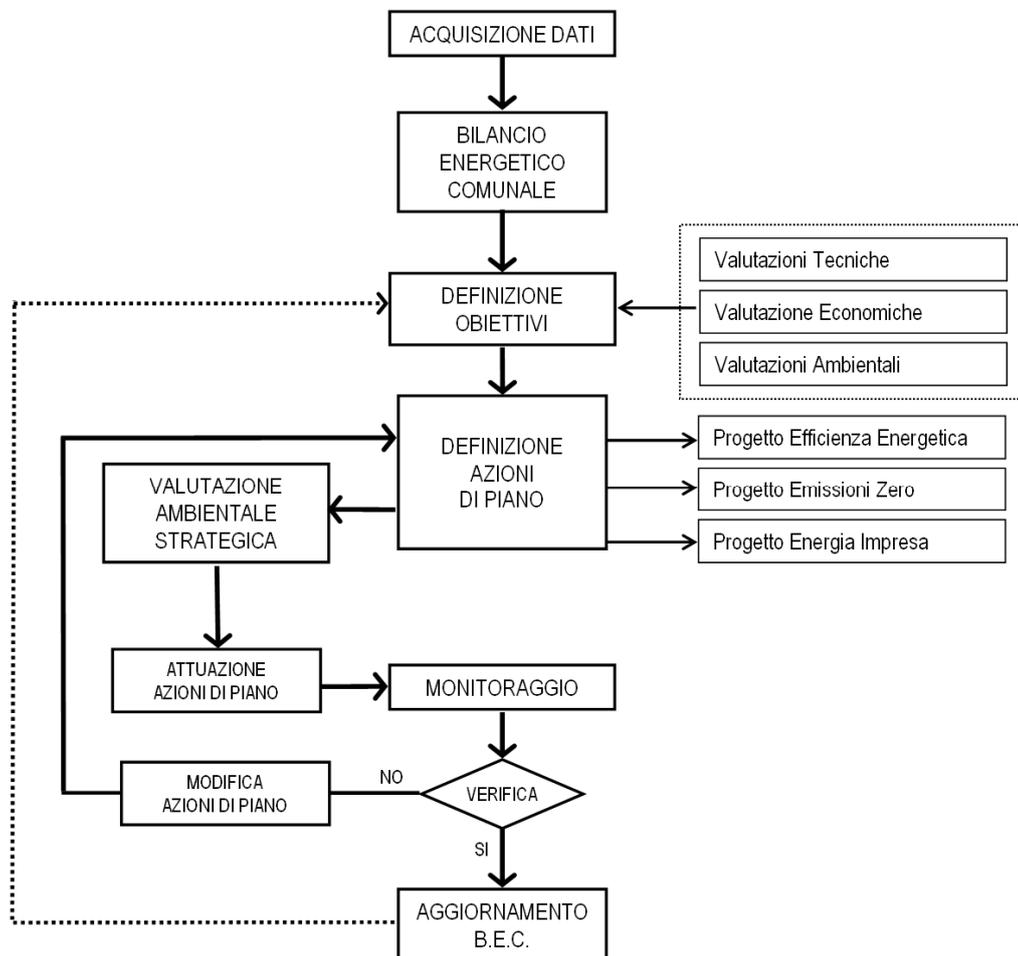


Fig. 1.1 Schema per l'approccio metodologico adottato per l'elaborazione del Piano Energetico Comunale di Mantova

Successivamente si definiscono gli obiettivi che si intendono raggiungere attraverso valutazioni tecniche (stato dell'arte delle tecnologie di efficienza energetica), valutazioni economiche (investimenti necessari richiesti per attuare le misure di efficienza energetica) e valutazioni ambientali (ad esempio adeguamento agli obiettivi europei, nazionali, regionali o provinciali di riduzione dei gas a effetto serra).

Per raggiungere gli obiettivi di ottimizzazione dei flussi energetici è necessario programmare ed attuare delle Azioni di Piano. Le azioni di piano previste in fase preliminare, discusse in sintesi nel paragrafo successivo ed in forma più estesa nei successivi capitoli, vengono poi sottoposte a Valutazione Ambientale Strategica e, quindi, approvate direttamente o modificate sulla base degli input che emergeranno dal confronto con i soggetti interessati che possono essere istituzionali o comunque rappresentativi dei diversi interessi.

Lo stato di elaborazione del PEC di Mantova ha raggiunto proprio questa fase: il Programma Operativo descritto da questo documento sarà discusso in ambito VAS e solo successivamente si passerà alla fase operativa.

La fase operativa attiverà i diversi progetti e le diverse azioni di piano. Contemporaneamente si attiverà il monitoraggio.

La normativa sulla VAS introduce una fase fondamentale di tutto il processo di gestione di un Piano Energetico Comunale, che permette di verificare l'efficacia e l'efficienza delle opzioni strategiche considerate. Il processo di VAS viene infatti suddiviso in tre momenti specifici:

- valutazione ex ante che procede e accompagna la definizione del Piano di cui è parte integrante;
- valutazione intermedia che prende in considerazione i primi risultati degli interventi;
- valutazione ex post che verifica i risultati rispetto agli obiettivi di piano.

La valutazione intermedia ed ex post è destinata inoltre a illustrare l'impiego delle risorse, l'efficacia e l'efficienza degli interventi e del loro impatto e la coerenza con la valutazione ex ante; essa deve altresì consentire di ricavare degli insegnamenti in materia di coesione economica e sociale. Verte sui successi e gli insuccessi registrati nel corso dell'attuazione, nonché sulle realizzazioni e sui risultati, compresa la loro prevedibile durata.

Periodicamente, a cadenza almeno annuale, è prevista una verifica degli effetti delle Azioni di Piano, tale verifica, qualora fosse negativa, potrebbe consigliare di modificare le azioni in atto e di introdurne delle altre. Se il monitoraggio, al contrario, dovesse confermare la validità delle azioni si provvederà ad aggiornare il Bilancio Energetico Comunale.

La flessibilità con la quale viene concepito questo strumento potrebbe comunque rendere necessaria la modifica degli obiettivi di piano, in questo caso, come bene illustrato dal diagramma di figura 1.1, si provvederà a ripercorrere il processo: la modifica degli obiettivi comporterà comunque una modifica delle azioni di piano.

## 1.2 Definizione delle azioni di piano

Sulla base delle informazioni raccolte ed elaborate e considerando la realtà socioeconomica del Comune di Mantova si sono ipotizzate tre macroazioni (Progetti) che, qualora condivise e approvate, potrebbero diventare gli elementi portanti del PEC.

- Progetto Efficienza Energetica
- Progetto Emissioni Zero
- Progetto Energia Impresa

Nel seguito si fornisce una sintesi dei contenuti di ciascuna macroazione rimandando gli approfondimenti ai capitoli successivi.

Il diagramma di figura 1.2 definisce le relazioni tra i tre Progetti che caratterizzano il PEC. Si può osservare come tra molte delle azioni esista una interdipendenza (una azione non reggerebbe se non ci fossero le

altre) ma soprattutto come lo strumento principale per la gestione del PEC sia il Catasto Energetico Comunale implementato nel Sistema Informativo Territoriale (SIT) che col tempo dovrà essere strutturato per raccogliere molte delle informazioni che consentiranno poi di implementare gli indicatori utili per il monitoraggio dell'attuazione del PEC.

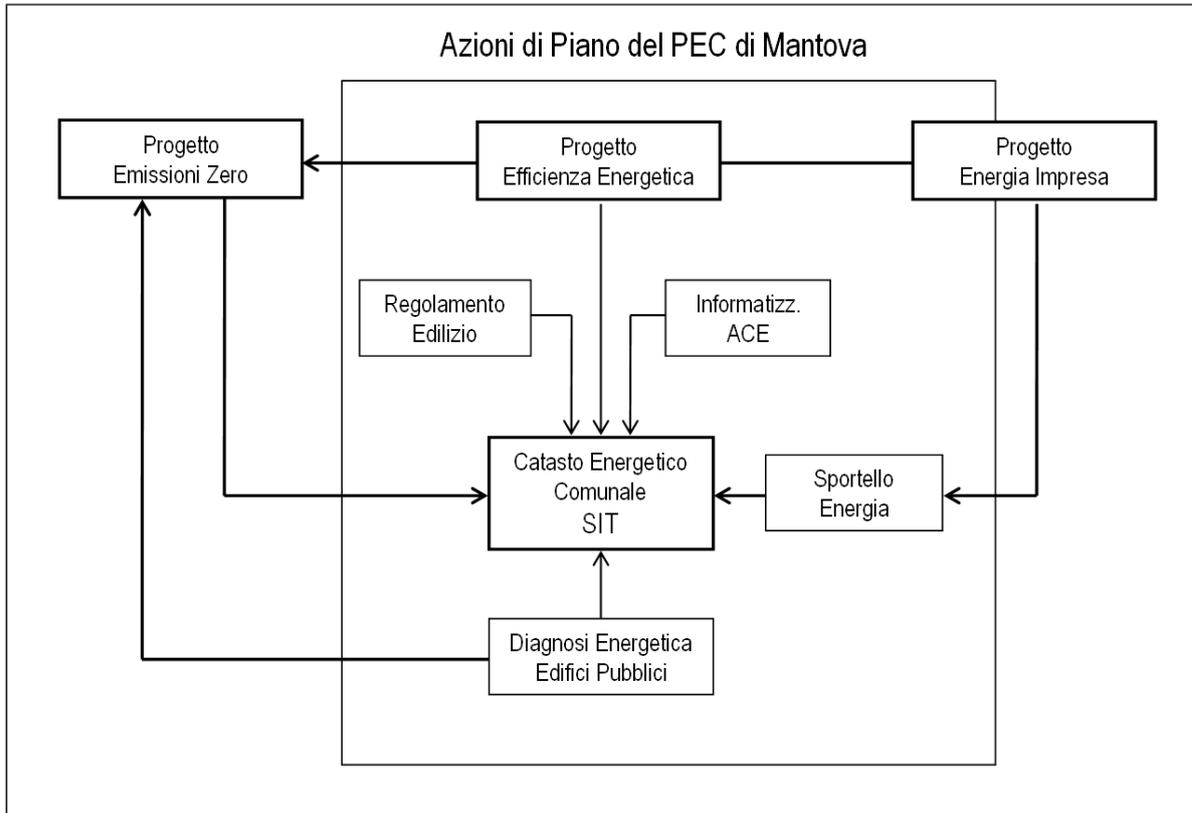


Fig. 1.2 Relazioni tra le Azioni di Piano del PEC di Mantova

#### *Progetto Efficienza Energetica*

Ha come scopo quello di rendere cosciente la comunità mantovana dei propri consumi di energia, in modo da poter essere in grado di condividere e partecipare le scelte per l'efficienza energetica. Gli obiettivi sono individuati nella sfera operativa:

- Regolamento Edilizio Comunale (allegato tecnico per la sostenibilità energetica e ambientale)
- Organizzazione informatizzata e diretta della raccolta degli ACE (Attestati di Certificazione Energetica)
- Creazione di un catasto energetico cittadino in formato digitale su SIT
- Creazione di uno sportello per la riqualificazione energetica e il controllo delle pratiche edilizie

In questo contesto, l'attività sistematica di rilievo campionario del patrimonio edilizio mantovano, già anticipata nelle fasi precedenti del PEC, sarà terminata con la sintesi di indici e parametri e le modalità di versamento dei dati nel SIT.

### *Progetto Emissioni Zero*

L'obiettivo è quello di avviare una riqualificazione energetica ed ambientale del territorio trasformando le azioni che di solito generano un impatto energetico ed ambientale in opportunità per governare un processo di riqualificazione energetica sull'esistente. L'obiettivo Emissioni Zero non riguarda i singoli edifici che verranno realizzati secondo standard di maggiore qualità ma l'effetto che globalmente questi avranno sul territorio.

Attraverso la "compensazione", gli edifici di nuova realizzazione dovranno risultare a Emissioni Zero considerando anche i risparmi di energia primaria che l'impresa costruttrice conseguirà attraverso interventi di riqualificazione energetica su edifici pubblici secondo uno schema che verrà spiegato meglio nel seguito.

### *Progetto Energia Impresa*

Dalla lettura del Bilancio Energetico Comunale è risultata evidente la preminenza energetica del settore industriale, quindi l'importanza di intervenire in questo settore.

Obiettivi di questo progetto sono la creazione di un polo di ricerca, sviluppo e produzione per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili (FV, Solare, contenimento consumi, idrogeno...) e l'ottenimento di azioni regionali di supporto per queste realizzazioni.

Allo scopo di individuare, descrivere e valutare gli effetti ambientali significativi che l'attuazione del PEC potrebbe avere sull'ambiente sarà redatto un rapporto Ambientale elaborato secondo quanto disposto dall'Allegato 1 della Direttiva 2001/42/CE concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.

## 1.3 Risultati attesi dagli scenari di previsione

Per le azioni di piano definite all'interno dei progetti sono state fatte delle simulazioni che hanno permesso di valutare gli effetti di riduzione del fabbisogno energetico ed i corrispondenti effetti di riduzione delle emissioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub> eq).

### 1.3.1 Progetto efficienza energetica

I risultati ottenibili nell'ambito delle azioni correlabili al Progetto Efficienza Energetica, che riguarda il settore residenziale, dipendono da una serie di fattori tra i quali:

- l'espansione edilizia (nuovi insediamenti e completamento di quelli esistenti);
- attuazione del programma di sviluppo della rete di teleriscaldamento da parte di TEA;
- capacità da parte dell'Amministrazione comunale a rendere efficace l'applicazione delle nuove normative (leggi regionali, regolamento edilizio, ecc.);
- incisività delle azioni di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente.

La previsione degli obiettivi che si potranno raggiungere dipendono anche da altri fattori economici e sociali quali ad esempio:

- l'incremento del costo dell'energia;
- la riduzione dei costi delle tecnologie per l'efficienza energetica;
- la disponibilità di finanziamenti pubblici.

Se le variabili non sono poche è comunque importante definire degli scenari che consentano almeno di quantificare gli sforzi necessari per raggiungere gli obiettivi.

Si sono ipotizzati cinque scenari di sviluppo delle strategie di efficienza energetica che saranno descritti in dettaglio nel capitolo 4. I risultati complessivi, espressi sia in termini di incremento (o decremento) del consumo energetico e di incremento (o decremento) delle emissioni di gas serra sono riassunti nella tabella 1.1 ed illustrati nel grafico di figura 1.3.

Scenari al 2020 (base 2005)	Incremento superficie residenziale 2020 (m <sup>2</sup> )	Incremento superficie residenziale al 2020 (%)	Incremento Consumo energetico rispetto allo scenario zero [GJ/anno]	Incremento Emissioni rispetto allo scenario zero [t CO <sub>2</sub> eq/anno]	% di riduzione dei consumi e delle emissioni
0	302.490	14%	/	/	0%
1	302.490	14%	-65.338	-3.626	3%
2	302.490	14%	-130.676	-7.253	6%
3	302.490	14%	-318.284	-17.665	15%
4	302.490	14%	-568.412	-31.547	26%

Tab. 1.1 *Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano per il PEC di Mantova*

Tutti gli scenari valutano gli effetti al 2020 mentre le variazioni (incremento o decrementi) considerano come base lo scenario zero. Gli scenari sono stati elaborati sulla base di una matrice tipologie edilizia/epoca costruttiva che fa riferimento al Censimento Nazionale ISTAT 2001, i dati relativi alla consistenza al 2005 hanno considerato un incremento basato sulle informazioni aggiornate fornite dall'Amministrazione comunale. Tutti gli scenari considerano una previsione di sviluppo dal 2005 al 2020 pari al 14% (elaborazione dati ISTAT). Tale sviluppo edilizio è stato calcolato considerando il tasso di crescita del comparto edilizio osservato nel Comune di Mantova dal 1919 al 2002 pari allo 0,93% annuo rispetto al patrimonio esistente nel 2002 (fonte dati ISTAT). Le previsioni potranno essere ovviamente riviste sulla base di quanto emergerà dai documenti definitivi del PGT.

Ciascuno scenario ipotizzato (vedi fig. 1.3) prevede un andamento decrescente fino al 2012. La riduzione dei consumi è dovuta all'estensione della rete di teleriscaldamento fino al punto di massimo sviluppo così come previsto dal piano della TEA s.p.a. (vedi tab. 4.14). Lo sviluppo del teleriscaldamento comporta quindi una riqualificazione degli impianti termici esistenti. Nell'elaborazione degli scenari è stato considerato infatti che tale intervento comporta un aumento del rendimento globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento dal 60% al 75%. Come si evince dalla figura 1.3 la riqualificazione degli impianti di riscaldamento comporta i maggiori risparmi in termini di consumi, a dimostrazione del fatto che come vedremo in seguito i maggiori risparmi sono ottenibili solo attraverso una valorizzazione energetica del patrimonio esistente.

L'andamento dello scenario 1 rispetto allo scenario zero, dimostra come una politica volta al risparmio energetico nell'edilizia (per esempio la D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.) senza un supporto concreto nella sua applicazione (controlli da parte dei Comuni) non porta a sfruttare appieno le potenzialità della normativa vigente. Gli effetti utili in termini di risparmio che un'attività di controllo potrebbe comportare sono stati stimati intorno al 3% rispetto ad uno scenario privo di tali attività di controllo.

L'andamento dello scenario 2 dimostra la validità che in termini di benefici economico – ambientali comporterebbe l'attuazione del progetto Emissioni Zero. Tale azione sebbene agisce solo sulle nuove costruzioni, ovvero sul settore meno problematico dal punto di vista delle prestazioni energetiche,

consentirebbe una riqualificazione degli edifici pubblici e una riduzione dei consumi in una misura pari al 6% rispetto al trend attuale.

Negli scenari 3 e 4, oltre alle politiche e all'applicazione del progetto Emissioni Zero, vengono considerati interventi di efficienza energetica ad un tasso di ristrutturazione annua dell'esistente pari rispettivamente all'1,2% e al 2,8% (questi tassi di ristrutturazione sono stati ipotizzati per capire in che maniera la riqualificazione energetica del patrimonio esistente possa impattare sul bilancio energetico globale). Nel primo caso, seppur i consumi continuino a crescere al 2020, la percentuale di riduzione rispetto ai consumi totali stimati nel caso base è estremamente significativa (15%). Nel secondo caso, invece, incentivando maggiormente la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, si può apprezzare che oltre ad una notevole riduzione dei consumi si riesce ad ottenere un risultato estremamente interessante: i consumi nel tempo si riducono ottenendo già nel 2020 ottimi risultati, ovvero il 26% di risparmi rispetto allo scenario zero.

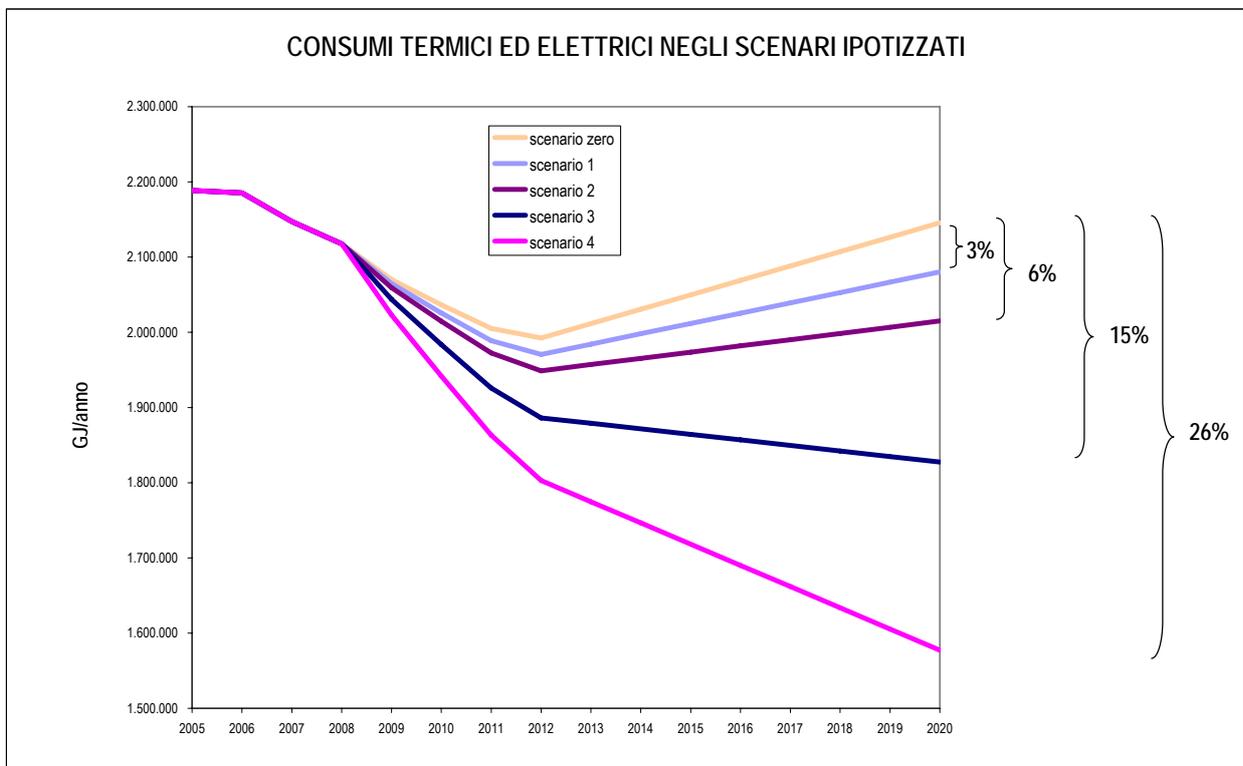


Fig. 1.3 Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura: confronto tra i 5 scenari

### 1.3.2 Valutazione del potenziale energetico da fonti rinnovabili (solare termici e fotovoltaico)

La valutazione del potenziale energetico da fonti rinnovabili deve considerare diversi aspetti:

- la valutazione delle superfici disponibili per la collocazione degli elementi captanti (collettori solari, moduli fotovoltaici);
- gli elementi di vincolo alla realizzazione degli impianti;
- la verifica di capienza dell'offerta di energia rispetto alla domanda.

Nella valutazione del potenziale energetico da fonte solare si sono considerati solo gli spazi di coperture disponibili del comparto residenziale. Non si considerano quindi le coperture disponibili su aree industriali o del terziario ma nemmeno gli altri spazi che pure potrebbero essere disponibili. L'approccio nella valutazione del potenziale energetico è quindi cautelativo. Un ulteriore sviluppo di questa analisi si dovrà basare su una valutazione più puntuale degli spazi solarizzabili.

<b>Solare termico</b>	
Superficie netta utile	29.400 m <sup>2</sup>
Producibilità annua	585 kWh/m <sup>2</sup> a
Producibilità totale	17.199.000 kWh/anno
	61.916 GJ/anno
Emissioni di gas serra evitate	3.436 t CO <sub>2</sub> eq
Potenziale massimo di copertura del fabbisogno ACS con solare termico	14,4 %
<b>Solare fotovoltaico</b>	
Superficie utile residua	68.600 m <sup>2</sup>
Producibilità energetica (monocristallino) dati CENED con 0,37	338 kWh/m <sup>2</sup> a
Producibilità totale	23.186.800 kWh/anno
	83.472 GJ/anno
Emissioni di gas serra evitate	4.632 t CO <sub>2</sub> eq
Potenziale copertura del fabbisogno solare fotovoltaico sul consumo ottimizzato	11,29 %

Tab. 1.2 *Valutazione del potenziale energetico teorico da solare termico e da solare fotovoltaico a Mantova*

### 1.3.3 Progetto Emissioni Zero

Il progetto Emissioni Zero genera dei vantaggi a livello territoriale che sono stati stimati facendo le seguenti considerazioni:

1. il consumo degli edifici pubblici del Comune di Mantova nel 2005 è stato di 38.551 GJ/anno corrispondenti a 781.271 € (fonte Comune di Mantova);
2. è stato ipotizzato un costo dell'energia pari a 20,27 €/GJ;
3. lo sviluppo immobiliare fino al 2020 è stato stimato di circa 302.490 m<sup>2</sup> (elaborazione dati ISTAT);
4. è stato ipotizzato che le nuove costruzioni avranno un Indicatore di Prestazione Energetica medio pari a EP=0,27 GJ/anno.

I risultati ottenuti da questa simulazione sono i seguenti:

- una quantità di energia risparmiata pari a 65.337 GJ/anno;
- una riduzione delle emissioni di tCO<sub>2</sub> eq pari a 3.626.

Dalla simulazione si evince chiaramente come i risparmi ottenibili con tale meccanismo sono superiori agli attuali consumi degli edifici pubblici. Motivo per cui, una volta attuato tale progetto, si potrebbe pensare di destinare tali interventi di riqualificazione energetica ad altri edifici di proprietà non del Comune di Mantova.

## 1.4 Effetti significativi sull'ambiente

In una situazione in cui il consumo energetico tendenzialmente sale e nello stesso tempo si verifica un incremento delle volumetrie edificate ipotizzare una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra è quasi una sfida.

L'attuazione delle azioni di piano previste all'interno delle proposte operative del PEC richiede un impegno che trova sicuramente nell'Amministrazione Comunale l'elemento propulsore ma che non può prescindere da un coinvolgimento delle parti interessate esterne all'Amministrazione.

I tre progetti che definiscono il piano operativo del PEC evidenziano chiaramente questo aspetto.

Le tabelle 1.1 e 1.2 hanno evidenziato gli effetti non solo sulla riduzione dei consumi ma anche sull'ambiente delle strategie adottate, presentando alcuni scenari. E' opportuno, a questo punto, elaborare due macro-scenari, uno minimo e uno massimo, che consentano di effettuare una valutazione globale degli effetti sull'ambiente delle scelte adottate. Tali effetti sono riportati nella tabella 1.3.

Macro-scenario minimo		t CO <sub>2</sub> eq risparmiate rispetto al trend attuale	%
Progetto Efficienza Energetica:	scenario 3 (non considerando il progetto Emissioni Zero)	16.416	68%
Solare termico	50% del potenziale	1.718	7%
Solare fotovoltaico	50% del potenziale	2.316	10%
Progetto Emissioni Zero	100%	3.626	15%
<b>Totale</b>		<b>24.076</b>	<b>100,00</b>
Macro-scenario massimo			
Progetto Efficienza Energetica:	scenario 4 (non considerando il progetto Emissioni Zero)	30.298	72
Solare termico	100% del potenziale	3.436	8
Solare fotovoltaico	100% del potenziale	4.632	11
Progetto Emissioni Zero	100%	3.626	9
<b>Totale</b>		<b>41.992</b>	<b>100,00</b>

Tab. 1.3 Valutazione degli effetti ambientali del PEC di Mantova sulla base di due scenari previsionali

## 2 Inquadramento

### 2.1 Considerazioni di sintesi sul Bilancio Energetico Comunale

La prima e la seconda parte del Piano Energetico del Comune di Mantova hanno permesso di elaborare un Bilancio Energetico di riferimento e, sulla base di questo, di fare emergere quelle che sono le caratteristiche energetiche che maggiormente caratterizzano il territorio oggetto di studio.

Ci sembra opportuno riportare di seguito il paragrafo contenente le considerazioni di sintesi del Bilancio Energetico Comunale dalle quali si sono presi gli spunti che hanno poi portato alla definizione delle Azioni di Piano.

In figura 2.1 è riportato il diagramma dei flussi di energia che interessano strettamente l'area del Comune di Mantova. La rappresentazione grafica evidenzia in modalità lineare i fenomeni energetici nel loro fluire dalla generazione al consumo rendendo evidenti le criticità sistemiche. Gli spessori delle linee sono pesati rappresentando le quantità effettive descritte ed in rapporto esatto tra loro.

Il diagramma chiarisce anche al lettore meno specializzato l'andamento dei flussi di energia al fine di poter ottimizzare il sistema a partire da alcune considerazioni preliminari che proponiamo:

Il sistema risulta anomalo, infatti osservando il diagramma si potrebbe pensare ad uno schema che rappresenta i Bilanci Energetici Comunali di due diverse città. In effetti la Città di Mantova è scissa tra una parte preponderante di attività industriale di trasformazione energetica ed una più consona ad altre città ad essa simili per caratteristiche geografiche, sociali ed economiche. La situazione si presenta simile a quella della Città di Venezia in rapporto al suo polo petrolchimico. Il fenomeno è talmente evidente che il diagramma pesato, nella parte relativa ai consumi locali, ha dovuto subire un cambio di scala della rappresentazione per permettere di apprezzare la descrizione delle quantità energetiche locali in gioco.

Dalla lettura del grafico appaiono addirittura distinguibili tre parti che si attestano ai relativi salti di scala: la grande trasformazione di vettori energetici fossili, la più contenuta trasformazione energetica per la produzione di energia elettrica, ed infine, le quote energetiche di consumo, compresa la produzione industriale, afferenti alla città vera e propria. Grandemente ogni salto di scala corrisponde alle diminuzioni ad un terzo e quindi un ottavo dell'energia di input.

Risulta difficile una lettura di assieme (che dovrà essere traducibile in interpretazioni e quindi in azioni) senza porre alcune condizioni iniziali, cioè considerare il territorio amministrativo come l'ambito rigido di indagine consci dei limiti logici intrinseci, contemporaneamente scorrere una lettura contestualizzata dei tre grandi ambiti di flusso rilevati verso una interpretazione non univoca, da coniugare con le reali possibilità di azione per il contenimento dei consumi energetici (versus l'ambiente direttamente) e/o di ottimizzazione della grande disponibilità di offerta locale di energia in specie sotto forma di cascami (versus le politiche ambientali).

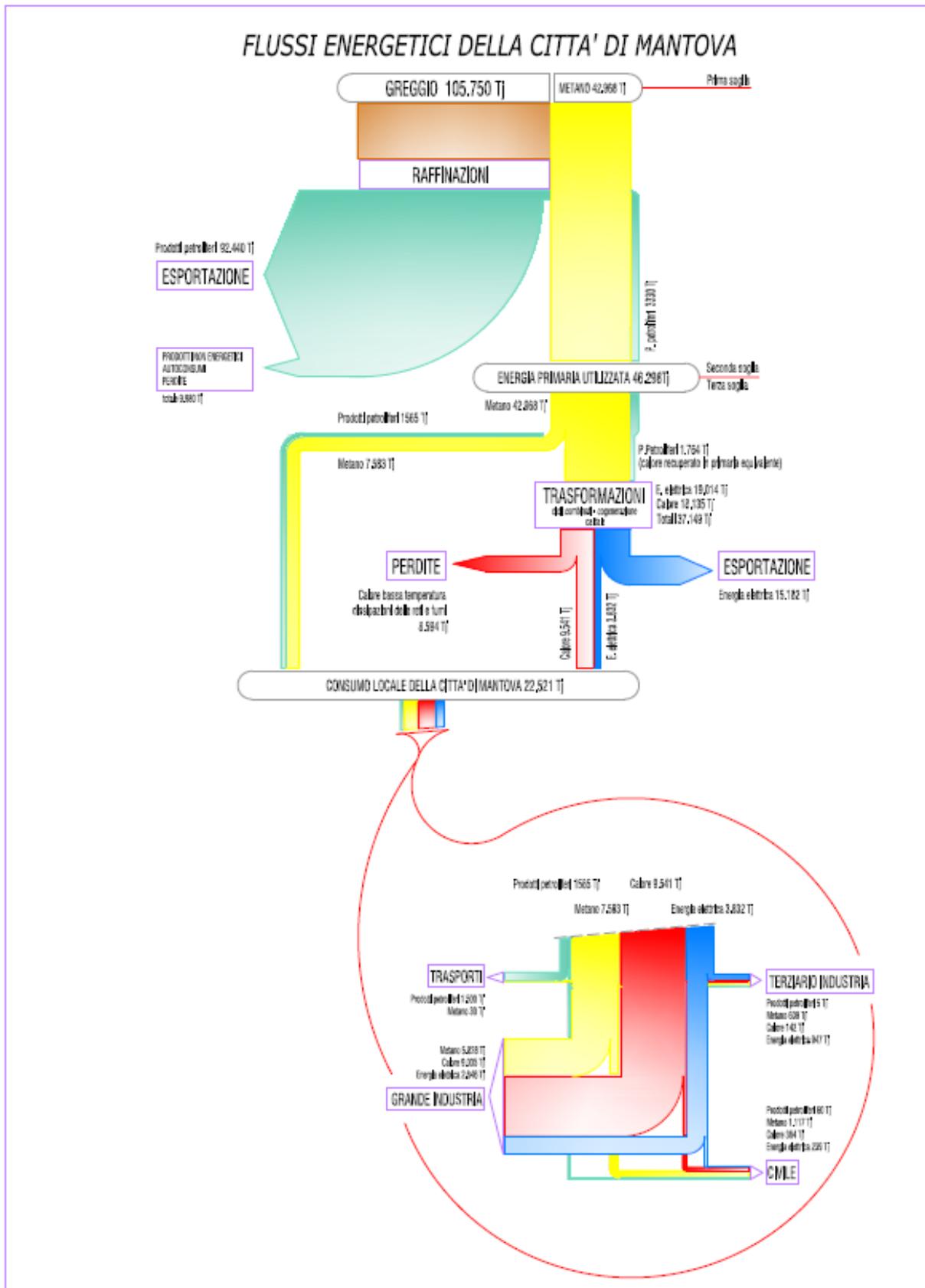


Fig. 2.1 Diagramma dei flussi di energia che interessano strettamente l'area del Comune di Mantova

La prima grande soglia energetica vuole siano prese in considerazione anche le grandi industrie di trasformazione, le raffinerie, in quanto appartenenti al confine amministrativo della Città. Sarebbe un grave errore non tenere in considerazione le raffinerie, avanzando la tesi che un tanto grande impegno energetico non riguarda Mantova trattandosi di un flusso dedicato quasi interamente all'esportazione. Si vanificherebbe la possibilità di intraprendere politiche ambientali locali future qualunque esse siano (ampliamento, riduzione, mantenimento degli impianti).

Non si terrebbe inoltre conto delle implicazioni di carattere sociale ed economiche e si perderebbe qualsiasi riferimento storico delle critiche ambientaliste o meno, rivolte da ampie fasce di cittadini a questi processi di insediamento e, in epoca più recente, di ristrutturazioni delle aziende del Polo Chimico di Mantova. Queste industrie trattano il vettore energetico fossile con forti implicazioni ambientali, perdite energetiche di produzione delle quali solo una parte di cascame è restituita localmente per poter essere utilizzata.

L'amplissimo dibattito sulla sostenibilità ambientale dell'economia, della sua declinazione in politiche forti o deboli, delle scelte relative all'uso di risorse naturali non rinnovabili non può essere qui sviluppato, pena lo scadere nella genericità. In questa trattazione ci occupiamo di energia, dell'ovvio rapporto di questa con l'ambiente senza fare valutazioni ambientali in senso stretto in quanto il PEC non è la sua sede propria. Tuttavia non ci esimiamo dall'indicare la necessità di attuare politiche ambientali forti che conservino l'ambiente ed il territorio anche riportando i costi ambientali e di consumo del capitale naturale (proprietà dell'umanità) nei costi di produzione. Per quanto riguarda i combustibili fossili è ormai risaputo che è stata superata la capacità di assorbimento del pianeta rispetto agli scarti che il loro utilizzo genera.

Dal punto di vista energetico per la grande industria di trasformazione petrolifera si evidenzia una notevole quantità di perdita, di cui è difficile conoscere la definizione, e non resta che confidare sulle politiche economiche aziendali per il contenimento dei consumi, ovvero dei costi di produzione. Si nota l'aumento di uso del gas naturale a sconto di altri prodotti petroliferi per i consumi di produzione.

Ferme restando le quantità attuali si potrebbero indicare come azione:

- ottimizzazione dei cascami energetici a favore di livelli di utilizzo inferiore;
- introduzione di recuperatori sui salti di pressione del metano.

Altra grande parte di input energetico è rappresentata dal gas naturale che dallo spillamento dalla rete Snam si attesta alla seconda e terza soglia di utilizzo. Giustamente collocato allo stesso livello di ingresso del greggio si attesta tal quale alle soglie di ingresso dei consumi della città.

La seconda soglia costituisce il fondamento dei consumi veri e propri della città (completa di tutte le sue funzioni: industria, civile, terziario e servizi) e riassume i due successivi rami di flusso. Essa rappresenta le quantità di input energetico costituito dall'energia primaria ripartito tra metano in gran parte, nemmeno un decimo da prodotti petroliferi ed una piccolissima presenza di calore derivato dai cascami della raffineria tradotto nel diagramma in petrolio equivalente.

E' importante aver fatto questo raggruppamento prima dei analizzare i due rami successivi per poter rendere chiara l'osservazione iniziale, cioè la necessità di porre le basi per interpretazioni non univoche dei flussi, discriminando tra fatto amministrativo e logica. Da questo punto in poi si potrà sostenere che si sta trattando i flussi della Città di Mantova così come, allo stesso modo, aver sostenuto che non si può non tenere conto dei flussi compreso l'attività di trasformazione della raffinazione: due città coabitanti in una.

Rendere esplicite le quantità che si attestano a questa soglia ci assicura la possibilità di effettuare azioni fini sul lato domanda nei confronti della enormità energetica costituita dalla raffinazione nel lato offerta.

Trattandosi di un sunto le azioni proponibili sono traslate a livello inferiore

La terza soglia è a sua volta scissa e leggibile in due rami, uno verso la trasformazione di energia elettrica ed uno verso i consumi della Città. La scelta di non collocare l'attività di trasformazione energetica elettrica

nella prima soglia è finalizzata ad una migliore descrizione dei fenomeni. Tutto sommato si potrebbe giustificare questa scelta riducendo tutto ad una questione di grandezze in gioco (diverse da quelle della raffineria e da quelle di una consueta città di qualche decina di migliaia di abitanti) ma sarebbe un atteggiamento riduttivo. Diversamente il revamping della centrale elettrica da convenzionale a cicli combinati è un fatto importante sia sotto l'aspetto politico, che sociale ed economico, un descrittore della storia delle politiche cittadine tutte, in fattispecie quelle ambientali. Senza entrare nel merito della dialettica sviluppata attorno alla realizzazione dei due gruppi, possiamo affermare che dal punto di vista di ottimizzazione energetica la scelta tecnologica è la migliore offerta dal mercato. Altre valutazioni per l'insediamento di questi impianti, di carattere più specificamente ambientale, non vengono sviluppate in quanto non è questa la sede.

Sotto l'aspetto energetico, oggi il sistema risulta sbilanciato: il prodotto energetico in esportazione, quello elettrico, è a regime mentre quello termico, fatta salva la quota di utilizzo interno alle aziende, presenta ancora delle perdite. Consci dell'imminenza della realizzazione del collegamento con gli impianti di teleriscaldamento e gli utility spares, non possiamo che ribadire con forza che questa parte d'opera è urgente e non procrastinabile: nel diagramma costituisce uno dei fatti (in questo caso negativo) di maggior risalto insieme alle grandi quantità di greggio e quelle piccole dei consumi cittadini.

Azioni di ottimizzazione urgente:

- collegamento dei cicli combinati agli impianti di teleriscaldamento
- definizione di quanto è la risorsa disponibile e quali mercati ed economicità di sistema si possono sfruttare.

Alla prima azione proposta sono riconducibili gli aspetti di offerta energetica ma non si può eludere la seconda azione di indirizzo della domanda. Il punto è cruciale e rappresenta lo scambio simbiotico tra i due momenti permettendo di agire una concreta politica ambientale in campo energetico finalizzata alla riduzione di gas climalteranti.

In ultimo sono gli aspetti descritti nel ramo di flussi afferenti i consumi della Città, nei quali sono comprese le attività di trasformazione dei prodotti. Si richiama l'attenzione al salto di scala di rappresentazione, necessario per mettere in evidenza i fatti e che, a prima vista, potrebbero trarre in inganno.

A questo punto la Città dovrebbe rappresentare energeticamente se stessa: una città come molte altre, di dimensione contenuta, che opera in un regime economico importante, storica, matura e stabile.

Mantova si rivela ancora una città speciale: conosciuta per la sua bellezza, la sua storia e cultura, la buona tavola e gente, più volte prima nelle classifiche di Ecosistema urbano ma anche il polo principale regionale di produzione di energia. Più che una contraddizione sembrerebbe un miracolo!

I miracoli difficilmente si rivelano ed ancora una volta ribadiamo che la contraddizione insiste tra la logica e il confine amministrativo. Solo nel caso di un allargamento dell'indagine ad un ambito territoriale più esteso, la Grande Mantova, ad esempio, si risconterebbe un bilancio energetico più adeguato, anche se ancora sproporzionato rispetto alla produzione industriale. In tal caso le scelte da agire per un miglioramento ed un riequilibrio del sistema avrebbero maggiore razionalità ed efficacia perché applicate su un territorio più vasto e funzionalmente coerente. Fattori che logicamente dovrebbero entrare nel quadro di indagine sono la migrazione di popolazione verso i comuni della cintura, la mancanza di produzione e trasformazione energetica in quei territori, la delocalizzazione di attività commerciali che, una volta ridisegnato, porterebbe ad una più consona, omogenea e reale lettura dei consumi.

Azioni di ottimizzazione metodologica:

- ampliamento del PEC al territorio della Grande Mantova;

- sviluppo di accordi con i comuni di cintura per il teleriscaldamento e in generale per la gestione dell'energia.

Tornando al mero confine amministrativo notiamo che i consumi della città sono nell'ordine di 22.500 Tj. Tuttavia la grande parte della domanda di energia è costituito ancora dalle attività produttive e poco più del 20% è assorbito dai settori civili, terziari, piccola industria e trasporti.

E' quindi il settore industriale quello che può dare risultati rilevanti ottimizzando la propria domanda di energia. D'altro canto l'industria deve trovare adeguate risposte, anche in termini di convenienza economica. Si osserva che le fonti energetiche utilizzate dalla grande industria sono in grande parte gas naturale, un quota piccola di calore, di energia elettrica e prodotti petroliferi. Altresì, nel comparto produttivo, si rileva ciò che potremmo definire ormai consuetudine, ovvero l'autoproduzione di energia elettrica per i consumi di produzione (nel diagramma la lettura non è evidenziata). La situazione si presenta complessa e complicata e meriterebbe di dedicare apposite risorse per un più approfondito studio strategico. Consci delle difficoltà che si riscontrerebbero non ci si può esimere dal far emergere aspetti positivi e negativi nell'intraprendere una tanto impegnativa azione: la contraddizione insita nella produzione è il profitto; tutto ciò che l'aumenta è organico allo scopo sociale aziendale compresa la questione energetica ed ambientale. Nella prassi quotidiana non è certo facile spostare elementi di costo nelle attività positive del bilancio aziendale ma non è impossibile. Purtroppo il peggior nemico del progresso industriale odierno spesso si rivela l'inerzia pragmatica aziendale che, a lungo andare, ad esempio, predilige effervescenti scelte finanziarie a sfavore delle ben più reali opzioni economiche.

Azioni di ottimizzazione del mercato energetico per l'industria:

- politiche di supporto all'industria per l'ottimizzazione delle fonti energetiche e delle tecnologie per il contenimento dei consumi;
- accompagnamento alle best-practices ed all'innovazione (incubatori);
- introduzione di fonti energetiche rinnovabili (fotovoltaico);
- agreement a favore della ricerca (idrogeno/fotovoltaico/celle a combustibile);
- ottimizzazione dell'interfaccia in/out con le telereti.

In sintesi Mantova ha tutte le carte in regola per aspirare ad essere un polo regionale dell'efficienza energetica e delle rinnovabili in termini di sperimentazione, produzione ed applicazione.

Questi sono solo alcuni spunti, ribadendo che è difficile praticare azioni senza partecipazione e condivisione del mondo industriale, economico e del lavoro e delle loro associazioni di rappresentanza.

Per tutte le altre attività civili, terziarie e della piccola industria nel diagramma si legge un utilizzo preminente dei vettori elettrici e del gas naturale allocati nei settori dove ci si aspetta siano, cioè congrui al livello di qualità energetica nei quali sono spesi. A questo livello la sfida comporta azioni di controllo e monitoraggio in un quadro generale di ottimizzazione dei consumi di questi settori. Non meno, deve essere praticata una politica di ottimizzazione dell'offerta aumentando la disponibilità di energia di basso livello rappresentata dal calore, tendendo almeno alla stabilizzazione dei consumi di vettori più nobili, elettricità e gas naturale, con l'obiettivo della loro diminuzione. Un auspicabile allargamento delle azioni di contenimento dei consumi ed utilizzo di fonti energetiche rinnovabili alla Grande Mantova, renderebbe necessario tornare sulle considerazioni fatte alla luce dei diversi pesi che certamente (e molto più realisticamente) si determinerebbero sul lato della domanda. Inoltre la situazione tenderebbe ad un maggior dinamismo, complicando la sintesi di questo ultimo livello del bilancio energetico ma scontando (per logica e non per confine!) più alta attinenza alla realtà dei consumi.

Ribadendo la necessità di un'interpretazione non univoca del Bilancio Energetico Comunale, bisogna operare in modo duale, sia sulla riduzione dei consumi (Demand Side Management), sia sulla capacità di

produzione locale di energia da fonti alternative e rinnovabili, scongiurando il pericolo di derive verso l'aumento dei consumi in termini assoluti.

Azioni di ottimizzazione dei consumi per i settori civili, terziari e piccola industria:

- contenimento dei consumi sul parco immobiliare esistente e futuro;
- contenimento dei consumi nelle infrastrutture e servizi;
- compensazioni ambientali a carico delle nuove costruzioni almeno per mantenere l'attuale bilancio delle emissioni civili e terziarie (Obiettivo emissioni zero);
- best practices impiantistiche;
- introduzione di fonti energetiche rinnovabili in sostituzione di quelle fossili;
- ottimizzazione dell'interfaccia con le telereti;
- sensibilizzazione verso diversi stili di vita;
- ottimizzazione del sistema trasporti stico;
- sperimentazione nel settore della mobilità sostenibile;
- sperimentazione della riduzione di consumi in settori inconsueti (cultura, sport, grandi eventi, manifestazioni).

La trattazione delle problematiche relative al sistema dei trasporti meriterebbe anch'essa un approfondimento di carattere energetico, anche da svolgere in integrazione al Piano Urbano del Traffico. I dati che compaiono nel diagramma sono frutto di estrapolazioni (incrocio da dati di emissione, vendita di prodotti petroliferi, flussi di traffico) e, se da una parte evidenziano le quantità, dall'altra non sono significativi per le considerazioni di carattere qualitativo oltre le congetture generiche.

## 2.2 Sintesi del programma operativo del PEC

### 2.2.1 Premessa

Il Comune di Mantova dal punto di vista energetico è una realtà complessa nella quale la presenza della grande industria determina, come abbiamo visto, un forte sbilanciamento rispetto alle quote di fonti energetiche convenzionali che entrano nel territorio. Questa particolare situazione rende ancora più strategico un confronto con gli operatori delle grandi industrie che si devono responsabilmente sentire parti in causa nelle strategie energetiche non solo comunali (ossia riferite a Mantova) ma anche intercomunali (Grande Mantova) e provinciali.

L'ottimizzazione dei processi ed il recupero delle energie che altrimenti andrebbero disperse rientra nelle strategie delle singole industrie e non possono evidentemente essere influenzate da regole definite a livello comunale. E' per questo che, pur mantenendo ben chiara l'importanza di fare qualcosa in questo comparto, i possibili interventi non sono considerati all'interno del programma operativo del PEC.

Nel Comune di Mantova, ed in particolare nell'area urbana, esistono tuttavia azioni che vanno proprio nella ottimizzazione dei processi. Ci si riferisce alla rete di teleriscaldamento che si sta espandendo garantendo vantaggi sia dal punto di vista energetico che dal punto di vista ambientale. L'estensione della rete attuale, già programmata, ben si raccorda con le azioni di riduzione del fabbisogno di energia che stanno all'interno dei progetti contenuti nel programma operativo del PEC.

## 2.2.2 I progetti del programma operativo del PEC

Il programma operativo del PEC di Mantova si sviluppa in progetti ed azioni. I progetti considerati in questa fase preliminare, che potrà comunque accogliere tutte le proposte e tutti i suggerimenti che emergeranno nella fase di confronto partecipato con le parti interessate, sono tre:

- Progetto Efficienza Energetica;
- Progetto Emissioni Zero;
- Progetto Energia Impresa.

### Progetto Efficienza Energetica

Il Progetto Efficienza Energetica raccoglie tutte le azioni normalmente contenute in un Piano Energetico Comunale. Lo scopo delle azioni è quello di orientare lo sviluppo del territorio, attraverso regole ma anche incentivi ed azioni di accompagnamento, verso criteri di sostenibilità.

Uno strumento già adottato a supporto della pianificazione sostenibile del territorio è il nuovo Regolamento Edilizio Comunale che non si limita a diventare un adeguamento ai più recenti strumenti cogenti a livello nazionale o regionale ma introduce altri strumenti che, nel rispetto dei criteri di economicità delle scelte, hanno lo scopo di incrementare l'efficienza energetica del costruito sia nuovo che esistente.

Il Progetto in questione si pone anche l'obiettivo di promuovere, attraverso la creazione di sportelli energia, dei punti di riferimento per i cittadini che abbiano bisogno di informazioni per realizzare interventi di riqualificazione energetica o di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nei loro edifici. Le altre azioni, nello specifico, riguardano l'effettuazione di diagnosi energetiche e certificazioni energetiche negli edifici pubblici di proprietà del Comune e l'organizzazione informatizzata dei dati energetici: le informazioni raccolte attraverso gli attestati di certificazione energetica o le schede degli interventi con valenza energetica alimenteranno un catasto energetico comunale che si integrerà con il SIT. In questo modo sarà possibile estrarre degli indicatori utili per monitorare gli effetti delle azioni di piano.

### Progetto Emissioni Zero

Il progetto che caratterizza maggiormente il PEC di Mantova è il Progetto Emissioni Zero che prevede una "compensazione energetica" tra i nuovi interventi e gli interventi di riqualificazione energetica sugli edifici esistenti.

L'obiettivo del progetto è quello di garantire che i nuovi interventi edilizi a livello comunale non generino un nuovo impatto ambientale per ciò che riguarda gli usi energetici. Per quanto riguarda gli edifici esistenti in questa prima fase si considerano solo quelli del patrimonio pubblico comunale. Le diagnosi energetiche consentiranno all'Amministrazione comunale di definire gli interventi di riqualificazione oggetto della compensazione.

### Progetto Energia Impresa

Il Progetto Energia Impresa prevede la realizzazione all'interno dell'area della Soc. Valdaro di un centro di eccellenza per l'efficienza energetica e le rinnovabili. L'area in questione si presta molto bene in quanto è collocata in una zona strategica dal punto di vista dei trasporti. Lo sviluppo di questo progetto, oltre a garantire una riqualificazione del territorio, lo riqualificherà sul piano delle competenze tecniche di settore e sarà da stimolo per tutte le attività di riqualificazione che potranno avere delle ricadute non solo all'interno dell'area geografica comunale ma anche a livello intercomunale e interprovinciale.

Tra le attività che si prevede di inserire in questo progetto si possono ipotizzare tutte quelle correlate alla filiera della riqualificazione energetica: produzione di tecnologie impiantistiche efficienti, produzione di tecnologie edilizie efficienti, formazione, informazione attraverso sportelli, incubatori d'impresa e ricerca applicata.

## 3 Azioni di Piano

### 3.1 Progetto Efficienza Energetica

#### 3.1.1 Regolamento edilizio comunale

##### Obiettivi

Questo Allegato, che porta il titolo “Criteri per la progettazione energetica ed ambientale del territorio” integra il Regolamento Edilizio vigente durante la fase transitoria ma diventerà un elemento caratterizzante del Nuovo Regolamento Edilizio che sarà redatto e pubblicato a supporto del PGT. L’Allegato recepisce le più recenti norme nazionali e regionali, senza aggiungerne né inventare altri vincoli, ma al contrario vuole proporsi come strumento di chiarezza e trasparenza normativa, ad uso delle imprese, dei progettisti e dei cittadini.

Il suo obiettivo è quindi duplice: da un lato fornire strumenti che consentano di ridurre l’impatto ambientale in modo strutturale, dall’altro stimolare gli operatori verso un atteggiamento che veda nell’efficienza energetica una opportunità più che una emergenza.

Gli obiettivi della sostenibilità ambientale del patrimonio edilizio insediato sul territorio saranno raggiunti attraverso:

- un miglioramento delle prestazioni energetiche degli involucri edilizi;
- il miglioramento dell’efficienza energetica degli impianti termici ed elettrici;
- l’impiego di fonti energetiche rinnovabili;
- un miglioramento del confort estivo;
- la promozione della bio-edilizia;
- la riduzione e contenimento dei consumi di acqua potabile.

Obiettivo di questo Allegato è anche quello di promuovere il concetto di “cultura del risparmio energetico” con il riconoscimento delle risorse energetiche come valore economico, con la promozione delle opportunità offerte in ambito di efficienza energetica, attraverso l’utilizzo razionale dell’energia, il miglioramento della gestione ambientale e l’impiego di fonti rinnovabili.

##### Articolazione

L’allegato tecnico al Regolamento Edilizio comunale si articola in quattro parti.

##### **Parte prima – Prestazioni energetiche dell’involucro**

In questa sezione sono contenuti i criteri progettuali che consentono di migliorare le prestazioni energetiche dell’involucro, quindi di diminuire la quantità di energia necessaria per la climatizzazione invernale e per quella estiva. Alcuni di essi sono cogenti, quindi obbligatori, mentre altri sono delle azioni semplicemente suggerite. L’applicazione di questi ultimi dovrà essere attentamente valutata dal progettista in quanto rappresentano comunque delle opportunità e la loro presenza all’interno del documento è stata attentamente valutata, anche in funzione della applicazione dei criteri di cui all’allegato 1 della Direttiva di Giunta contenente “indicazioni per la presentazione dei Piani Attuativi in fase transitoria” approvata con DGC n. 49 del 13/03/2007.

I principi progettuali contenuti in questa sezione sono molto semplici: da un lato si impone una limitazione delle dispersioni termiche tramite un incremento della resistenza al passaggio del calore attraverso le strutture opache (pareti esterne, basamenti e coperture) e trasparenti (serramenti), dall'altro si prescrivono scelte progettuali che vincolano maggiormente il progetto alle caratteristiche climatiche e ambientali del luogo (ad esempio sfruttamento dell'apporto energetico gratuito della radiazione solare nel periodo invernale, ma allo stesso tempo protezione dal sole per nella stagione estiva).

Molti dei criteri riguardano gli interventi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia e di ristrutturazione con demolizione e ricostruzione parziale o totale; non sono tuttavia trascurati gli interventi manutentivi sugli edifici esistenti che costituiscono il maggior patrimonio edificato, spesso carente per quanto riguarda l'efficienza energetica.

In questi casi si sono resi obbligatori gli interventi di miglioramento prestazionali energetici sfruttando le sinergie che derivano da interventi di riqualificazione tecnica e funzionale. Il miglioramento della coibentazione delle coperture, ad esempio è reso obbligatorio, solo nel momento in cui s'interviene con un'opera di straordinaria manutenzione della copertura, così che il maggior costo del materiale isolante, marginale rispetto a quello complessivo dell'intervento, si ripaga in pochi anni.

Le prescrizioni introdotte in questa sezione sono coerenti con gli indirizzi dell'Ue, in particolare la Direttiva 2002/91/CE e non molto distanti da quanto già previsto dal D.lgs. 192/05 e successive modifiche e integrazioni, ma soprattutto alla L.R. 24/2006 ed alla relativa D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e successive modifiche e integrazioni. I contenuti di questo Allegato, nella sostanza, confermano ed alimentano quella tendenza già in atto che attraverso una gestione più consapevole dell'attività edilizia contribuisce in modo concreto a ridurre la dipendenza energetica nazionale e locale a tutto beneficio (economico e sanitario) del cittadino ma anche dell'intera comunità.

Le norme nello specifico riguardano i seguenti punti:

- orientamento dell'edificio;
- protezione dal sole;
- isolamento termico dell'involucro degli edifici nuovi;
- isolamento termico dell'involucro degli edifici esistenti;
- prestazioni dei serramenti;
- contenimento delle dispersioni;
- materiali ecosostenibili;
- isolamento acustico;
- tetti verdi;
- illuminazione naturale;
- ventilazione naturale;
- ventilazione meccanica controllata;
- certificazione energetica e agibilità degli edifici.

### **Parte seconda – Efficienza energetica degli impianti**

In questa sezione sono contenute le norme che consentono di migliorare l'efficienza energetica degli impianti, indispensabili per garantire le migliori condizioni di comfort ambientale. L'efficienza energetica aumenta quando migliorano le prestazioni nelle diverse fasi: produzione dei vettori termici, distribuzione, emissione e regolazione.

In virtù del miglioramento dell'efficienza dell'involucro opaco, si avrà una conseguente diminuzione del fabbisogno energetico comportando una riduzione della "taglia" di potenza minima indispensabile per il riscaldamento invernale (con un sensibile risparmio economico). Questa tendenza alla riduzione del fabbisogno porta naturalmente alla scelta dell'installazione di impianti centralizzati con regolazione e contabilizzazione individuale (considerabili, quindi, tecnicamente "thermoautonomi"), ciò consente una

gestione ottimale dell'impianto dal punto di vista manutentivo (consentendo anche una riduzione del numero di camini sporgenti in copertura) e di integrazione con gli impianti solari termici.

Questa parte, attraverso alcune norme cogenti, recepisce gli elementi nuovi introdotti dal D.lgs. 192/05 e successive modifiche e integrazioni come previsto dalla Direttiva europea 2002/91/CE (gli aspetti considerati riguardano in particolare la produzione del calore e la regolazione termica di ogni singolo ambiente) ed inoltre quelli previsti dalla L.R. 24/2006 ed alla relativa D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e successive modifiche e integrazioni.

Le norme nello specifico riguardano i seguenti punti:

- sistemi di produzione del calore ad alto rendimento;
- impianti centralizzati di produzione del calore;
- regolazione locale della temperatura dell'aria;
- sistemi a bassa temperatura;
- contabilizzazione energetica;
- efficienza degli impianti elettrici;
- inquinamento luminoso;
- inquinamento elettromagnetico interno (50 Hz);
- teleriscaldamento urbano;
- impianti di climatizzazione estiva.

#### **Parte terza – Uso delle fonti energetiche rinnovabili**

In questa sezione sono contenute le norme tecniche finalizzate all'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili. In particolare si fa riferimento allo sfruttamento dell'energia solare attraverso la tecnologia di conversione termica e di conversione fotovoltaica. Gli impianti solari termici hanno raggiunto da anni una maturità tecnologica ed il loro costo, confrontato con il costo dell'energia, li rende senz'altro convenienti per quelle applicazioni che sfruttano l'energia solare nelle condizioni migliori, quindi per la produzione di acqua calda. Gli impianti fotovoltaici, pur avendo raggiunto la maturità dal punto di vista tecnologico, hanno dei costi che non rendono al momento economica la loro applicazione in assenza di forme di incentivo economico. È questo il motivo per il quale gli impianti solari termici nei nuovi edifici sono resi obbligatori mentre gli impianti solari fotovoltaici sono più semplicemente suggeriti per usi non assimilabili a quelli per le parti comuni (il perdurare del finanziamento attraverso il Conto Energia dovrebbe stimolare i progettisti a valutare comunque la loro applicazione). Il D.lgs. 192/05 e successive modifiche e integrazioni ed inoltre la L.R. 24/2006 ed alla relativa D.G.R. del 26/06/2007 n° 8/5018 e successive modifiche e integrazioni rendono obbligatori gli impianti solari termici per coprire almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria, portata ad almeno il 60% con questo Allegato Tecnico. Gli impianti fotovoltaici sono solo suggeriti, ma se ne rende obbligatoria la predisposizione impiantistica.

Le norme nello specifico riguardano i seguenti punti:

- impianti solari termici;
- impianti solari fotovoltaici;
- integrazione degli impianti solari termici e fotovoltaici;
- sistemi solari passivi.

#### **Parte quarta – Azioni per la sostenibilità**

In questa sezione sono contenute le norme tecniche finalizzate al miglioramento della sostenibilità ambientale non necessariamente legata all'uso dell'energia. Le norme riguardano in particolare regole finalizzate a una maggiore valorizzazione della risorsa acqua.

Le norme nello specifico riguardano i seguenti punti:

- contabilizzazione individuale dell'acqua potabile;
- riduzione del consumo di acqua potabile;
- recupero di acque piovane;
- riduzione effetto gas radon.

#### Soggetti coinvolti

La definizione e l'elaborazione delle norme contenute nell'allegato tecnico è nata sulla base di un confronto tra gli uffici competenti dell'Amministrazione con il contributo tecnico-scientifico del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano. La completa attuazione delle norme non può comunque prescindere da azioni di accompagnamento che prevedano il coinvolgimento delle parti interessate. I soggetti coinvolti pertanto sono i seguenti:

- Amministrazione comunale (ufficio tecnico, sportello unico, ecc.);
- Professionisti;
- imprese di costruzione;
- immobiliari;
- cittadini.

### 3.1.2 Organizzazione informatizzata e diretta della raccolta degli ACE

#### Obiettivi

La D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 assegna ai Comuni il compito di raccogliere gli attestati di certificazione energetica, di vidimarli e di consegnare la copia vidimata agli utenti. Le attività di certificazione costituiscono un momento di verifica della prestazione energetiche degli edifici e una occasione interessante per raccogliere informazioni sul loro stato energetico.

Obiettivo di questa azione è quello di raccogliere in modo strutturato i dati rilevati ed elaborati dai certificatori che andranno poi ad alimentare un database collegabile con il SIT (Sistema Informativo Territoriale) del Comune di Mantova. I dati raccolti potranno fornire informazioni utili per il monitoraggio della qualità energetica degli edifici del Comune di Mantova.

#### Articolazione

In questa prima fase è stato predisposto un questionario (ALLEGATO A) che raccoglie le informazioni più rilevanti riguardo la qualità energetica dell'edificio in questione. I soggetti certificatori, unitamente all'attestato di certificazione energetica, dovranno compilare il questionario che la struttura tecnica del Comune provvederà ad archiviare.

In una seconda fase sarà implementata una interfaccia web che consentirà di acquisire i dati direttamente dal certificatore. Questa soluzione manterrà automaticamente aggiornato il database del catasto energetico con ottimizzazione dei tempi.

In una terza fase il database del catasto energetico comunale sarà collegato con il catasto del SIT. Si potrà quindi ottenere la georeferenziazione dei dati raccolti.

I dati raccolti sono i seguenti:

#### Dati generali:

Oggetto dell'intervento (edificio intero, parte di edificio, singola unità immobiliare)

Tipologia edilizia (casa isolata, casa a blocco, casa a torre, casa a schiera, casa in linea, casa a corte)  
 Tipo di edificio (edificio privato, edificio pubblico o ad uso pubblico)  
 Destinazione d'uso (E.1 Residenziale, E.2 Uffici, E.3 Ospedali, E.4 Attività ricreative, associative o di culto, E.5 Attività commerciali, E.6 Attività sportive, E.7 Attività scolastiche, E.8 Attività industriali e artigianali)  
 Protocollo ACE Rilasciato dalla Regione c/o sistema CENED  
 Soggetto certificatore  
 N. Accreditamento Rilasciato dalla Regione c/o sistema CENED  
 Anno di costruzione  
 Anno di ristrutturazione  
 Rif. Catastali (Foglio, particella, subalterno)  
 Indirizzo

Indicatori di fabbisogno energetico calcolati

Fabbisogno specifico di energia primaria (climatizzazione invernale)  $EP_H$  (kWh/m<sup>2</sup> anno o kWh/m<sup>3</sup> anno)  
 Fabbisogno energetico dell'involucro (climatizzazione invernale)  $E_H$  (kWh/m<sup>2</sup> anno o kWh/m<sup>3</sup> anno)  
 Fabbisogno specifico energia primaria (ACS)  $EP_W$  (kWh/m<sup>2</sup> anno o kWh/m<sup>3</sup> anno)  
 Emissioni di gas ad effetto serra (CO<sub>2</sub> eq)

Dati sistema edificio-impianto

Dati edificio (Superficie netta riscaldata, superficie lorda riscaldata, volume netto riscaldata, volume lordo riscaldata, coefficiente di forma S/V)  
 Dati impianto riscald. (Tipologia impianto, potenza termica nominale al focolare, generatore di calore, regolazione, sistema di contabilizzazione, tipo di combustibile)  
 Dati impianto ACS (tipologia, tipo di combustibile)  
 Dati impianto climatiz. (Presenza, tipologia, percentuale volume climatizzato)

Dati impianti alimentati con fonti rinnovabili

Solare termico (presenza, tipologia collettori, superficie captante)  
 Solare fotovoltaico (presenza, tipologia celle, superficie captante)

Fase transitoria

Al momento il numero di Certificati Energetici consegnati presso il Comune di Mantova non è sufficiente per avere un'idea dello stato degli edifici esistenti dal punto di vista energetico. Per questo motivo è stata pensata una procedura ad hoc per il Comune di Mantova che consenta di ricostruire una mappatura energetica del settore edilizio attraverso un indicatore di efficienza energetica presunto. Le implementazioni successive, dovute ad esempio alla registrazioni dei dati riportati negli attestati di certificazione energetica, garantirà un continuo aggiornamento delle informazioni.

Gli obiettivi di questa azione, appena avviata in fase sperimentale, sono i seguenti:

- valutare la qualità energetica degli edifici con un livello di dettaglio verso il singolo edificio fin da subito, senza aspettare che il numero di Certificati Energetici archiviati dal Comune di Mantova sia numericamente significativo;

- informare i cittadini sulla qualità energetica del loro edificio e sull'opportunità ad eseguire una diagnosi energetica più approfondita;
- monitorare il processo di attuazione delle azioni contenute nel Piano Energetico Comunale.

La procedura prevede l'utilizzo in parte della base cartografica già disponibile e in parte attraverso diagnosi su edifici campione rappresentativi<sup>2</sup>.

Gli edifici sono stati suddivisi per epoca costruttiva: le diagnosi campionarie consentiranno di ricavare degli indicatori che consentiranno di correlare, per ciascuna epoca costruttiva, la prestazione energetica, espressa in kWh/m<sup>2</sup> anno, al rapporto S/V tra la superficie disperdente e il volume riscaldato di ciascun edificio.

La base cartografica già disponibile nel SIT fornisce per ogni edificio il riferimento catastale, il cui codice verrà mantenuto anche per le finalità energetiche obiettivo della presente azione, ma anche altre importanti informazioni tra le quali:

- epoca costruttiva;
- superficie occupata;
- altezza complessiva;
- perimetro.

L'elaborazione dei dati contenuti nel SIT consentono di effettuare per ciascun edificio una prima stima relativamente al:

- calcolo del volume;
- calcolo del rapporto S/V.

Note le funzioni, ricavate attraverso le diagnosi campionarie, che correlano la prestazione energetica di un edificio appartenente ad una determinata epoca costruttiva al rapporto S/V è stato possibile estendere i dati delle prestazioni energetiche ricavati per gli edifici campione all'intero contesto urbano.

Le metodologie di calcolo di tipo standard utilizzate per valutare in modo teorico le prestazioni energetiche effettuano delle valutazioni in condizioni normalizzate. I consumi energetici effettivi possono essere diversi in quanto vengono influenzati da diversi fattori tra i quali le condizioni climatiche, sempre diverse da quelle standard, e le modalità di comportamento dell'utenza. La disponibilità da parte di TEA a fornire i consumi energetici reali degli stessi edifici oggetto della diagnosi campionaria ha consentito di introdurre dei coefficienti correttivi che hanno permesso di rendere la valutazione delle prestazioni energetiche più coerenti con quelle reali.

La figura 3.1 riporta lo schema della procedura per l'analisi delle prestazioni energetiche degli edifici campione.

---

<sup>2</sup> Le prime applicazioni di questa metodologia sul territorio del Comune di Mantova sono state oggetto della tesi di laurea di Angelo Bonizzardi, Simone Morandini e Giuseppe Pasini dal titolo "Building GIS: proposta di uno strumento decisionale su base comunale con supporto georeferenziato" con relatore Prof. Giuliano Dall'O', Anno Accademico 2007-2008.

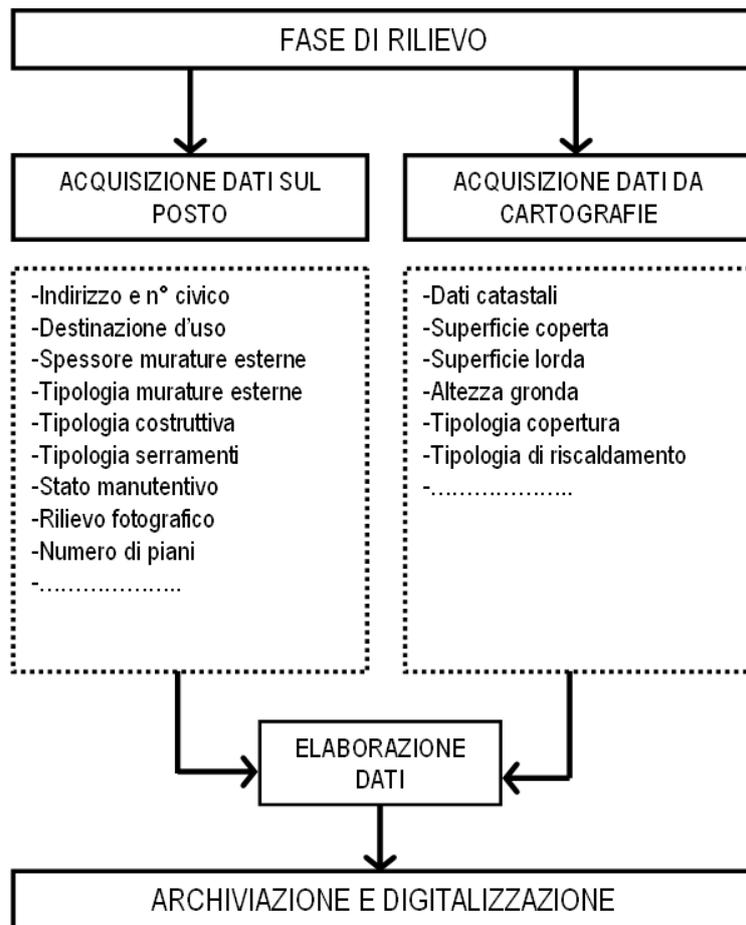


Fig. 3.1 Schema della procedura per l'analisi delle prestazioni energetiche degli edifici campione

La metodologia sopra descritta è stata applicata in modo preliminare ad una parte della città di Mantova. L'indagine campionaria ha riguardato nello specifico circa 80 edifici realizzati in epoche diverse.

Le zone scelte per individuare gli edifici campione per i quali è stata elaborata una diagnosi energetica sono descritte nel seguito.

La parte di centro storico analizzata per costruire il nostro campione di edifici risalenti all'epoca storica antecedente al 1900, è quella attorno al Palazzo del Comune e più precisamente fra Via Roma, Corso Umberto I, Piazza Marconi, Via P.F. Cavi e Via C. Battisti, come riportato nella mappa catastale di figura 3.2.



fig. 3.2 Individuazione area rilevata nel centro storico

La seconda soglia storica scelta per la nostra ricerca è quella degli edifici costruiti nel dopoguerra quindi attorno agli anni '50, corrispondente alla nostra esigenza è l'area denominata Tè Brunetti, alla periferia sud del capoluogo come riportato nella mappa catastale di figura 3.3.



Fig. 3.3 Individuazione area rilevata Tè Brunetti

Per quanto riguarda gli edifici realizzati negli anni '80 è stata individuata l'area Valletta Valsecchi, a sud est del centro storico di Mantova come riportato nella mappa catastale di figura 3.4.



Fig. 3.4 Individuazione area rilevata Valletta Valsecchi

L'ultima zona rilevata è quella risalente ai giorni nostri, Colle Aperto infatti è caratterizzata da un'espansione edilizia abbastanza recente avvenuta dal 1994 al 2001. La zona di Colle Aperto è situata a nord della città al di là del ponte di San Giorgio, adiacente all'altra frazione di Mantova, Cittadella. L'area in questione è riportata nella mappa catastale di figura 3.5



Fig. 3.5 Individuazione area rilevata Colle Aperto

Per gli ottanta edifici campione individuati all'interno delle sopra citate aree è stata effettuata, come già detto, una diagnosi energetica e si sono raccolti gli elementi indispensabili per elaborare le successive fasi di analisi energetiche che sono:

- Dati catastali e di identificazione
- Vetustà
- Destinazione d'uso
- Stato di conservazione dell'involucro e dei serramenti
- Dati fisici dell'involucro
- Tipologia costruttiva
- Numero di piani e altezza in gronda
- Tipologia della copertura
- Alimentazione degli impianti di riscaldamento

Lo studio sopra descritto è stato attuato in questa prima fase in via sperimentale. Una sua estensione all'intero territorio richiede l'esame di un numero maggiore di edifici campione. I rilievi effettuati hanno comunque consentito di acquisire le informazioni sulle caratteristiche del patrimonio edilizio esistente necessarie per l'elaborazione degli scenari presentati nel capitolo 4.

#### Soggetti coinvolti

Amministrazione comunale (ufficio tecnico, sportello unico, ecc.);  
 professionisti (soggetti certificatori);  
 imprese di costruzione;  
 immobiliari;  
 cittadini.  
 TEA

### 3.1.3 Creazione di uno sportello per la riqualificazione energetica

#### Obiettivi

Uno degli ostacoli, di natura "non tecnologica" alla realizzazione degli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente è la mancanza di informazione. Il cittadino, pur consapevole del fatto che nel suo edificio si potrebbero ridurre i consumi spesso non è informato sulle tecniche che possono essere utilizzate e nemmeno sulle agevolazioni che a livello nazionale sono disponibili ma poco sfruttate (ad esempio il 55% di detrazione previsto dalla finanziaria. Alcuni cittadini, inoltre, pur essendo informati spesso rinunciano ad attuare gli interventi ritenendo che le procedure siano troppo complesse.

Gli obiettivi dello sportello per la qualificazione energetica sono dunque quelli di informare i cittadini sulle reali potenzialità di miglioramento delle prestazioni dei loro edifici, sulle reali possibilità ad utilizzare le fonti energetiche rinnovabili (solare termico e solare fotovoltaico ma anche biomassa). Lo sportello potrà essere pensato anche come strumento di supporto e coordinamento per i professionisti e i tecnici comunali al fine di rispettare l'allegato al Regolamento Edilizio Comunale "Criteri per la Progettazione Energetica e Ambientale del Territorio".

#### Articolazione

Lo sportello per la riqualificazione energetica nella sua fase iniziale potrà essere erogato come supporto al cittadino, ma anche ai professionisti, in sinergia con lo sportello unico del Comune di Mantova.

La presenza di un tecnico di riferimento opportunamente formato e aggiornato sulla tematica efficienza energetica e fonti rinnovabili non sarà continua ma limitata a due mezze giornate alla settimana. Nel caso

auspicato in cui ci sia maggiore interesse da parte dell'utenza gli orari di apertura dello sportello potranno essere aumentati.

I cittadini saranno informati della presenza dello sportello attraverso comunicazioni attraverso i media (giornali locali) e attraverso una sezione del sito web ufficiale che potrà essere utilizzata anche come mezzo interattivo di scambio di informazioni.

Le funzioni dello sportello per la riqualificazione energetica sono le seguenti:

- Informare i cittadini sulle strategie del PEC;
- fornire supporto tecnico per la corretta applicazione del regolamento edilizio per la parte energetica ed ambientale;
- fornire supporto tecnico per la certificazione energetica a progettisti e utenti;
- raccogliere e verificare la documentazione degli attestati di certificazione energetica;
- rilasciare gli attestati di certificazione vidimati;
- rilasciare le targhe energetiche;
- fornire supporto informativo per best practices di efficienza energetica;
- fornire supporto informativo per l'utilizzo delle rinnovabili;
- fornire supporto informativo per finanziamenti nazionali regionali e locali a supporto delle attività di riqualificazione energetica;
- verifica delle relazioni tecniche presentate ai sensi della D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018;
- supporto ai tecnici nelle verifiche di cantiere;

Soggetti coinvolti

Ufficio tecnico comunale;  
Sportello unico;  
Cittadini;  
Professionisti.

### 3.1.4 Diagnosi energetica e certificazione edifici pubblici

Obiettivi

Per promuovere una corretta e conveniente strategia di riqualificazione energetica di un edificio e, quindi, definire quali azioni dovranno essere adottate, è indispensabile conoscere lo stato in cui si trova. Due sono gli strumenti che abbiamo a disposizione per raggiungere questo obiettivo: la diagnosi e la certificazione energetica.

La diagnosi e la certificazione hanno alcuni elementi comuni: approcci metodologici che prevedono un'analisi dello stato di fatto, estesa sia alla componente edilizia che a quella impiantistica, valutazione delle prestazioni energetiche e indicazione delle possibili azioni per migliorare l'efficienza globale<sup>3</sup>, quindi la riduzione dei costi gestionali. Esistono, tuttavia, notevoli differenze relativamente all'approccio complessivo, che si diversifica anche per le risorse che vengono messe in campo (competenze tecniche, procedure, strumenti e mezzi).

Scopo principale della certificazione è quello di informare l'utente sulla qualità energetica dell'edificio attraverso un indicatore energetico, espresso normalmente da un rapporto tra l'energia primaria consumata e la superficie utile o il volume (kWh/m<sup>2</sup> anno o kWh/m<sup>3</sup> anno). L'indicatore così ricavato viene poi associato a una lettera (ad esempio da A a G), all'interno di una scala di classificazione che fornisce

<sup>3</sup> Anche se l'obiettivo della certificazione è quello di informare sulla qualità energetica dell'edificio, la Direttiva 2002/91/CE dispone che la certificazione sia sempre accompagnata da raccomandazioni per il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio. Lo stesso d.lgs. 311/06 riprende questo concetto nell'Allegato A (Ulteriori definizioni).

all'utente un metro di giudizio<sup>4</sup>. Attraverso la certificazione è, quindi, possibile comprendere se la prestazione energetica dell'edificio è nella media, se è elevata oppure se è bassa e perciò conviene intervenire.

La certificazione energetica è essenzialmente una fotografia, un'istantanea che definisce lo stato di fatto e informa l'utente su una qualità, quella energetica, che altrimenti non si vedrebbe.

La diagnosi energetica si pone obiettivi diversi: partendo dall'indagine sull'edificio, con riferimento alle modalità d'uso in condizioni reali, individua le inefficienze e, quindi, le cause degli sprechi per poi proporre soluzioni che consentano di migliorare le prestazioni globali.

Per gli edifici di proprietà del Comune di Mantova è partita da alcuni mesi una campagna che prevede la diagnosi energetica e la certificazione energetica dell'intero patrimonio. La definizione dei possibili interventi di riqualificazione energetica consentirà all'Amministrazione di prendere visione della situazione e di programmare investimenti a fronte di possibili azioni e risultati ad esse collegati.

La conoscenza preventiva dei potenziali di risparmio energetico diventa elemento essenziale per rendere operativo il Progetto Emissioni Zero.

## Articolazione

La diagnosi energetica o audit energetico è, per definizione, un insieme sistematico di rilievo, raccolta e analisi dei parametri relativi ai consumi specifici, correlati alle condizioni di esercizio dell'edificio e dei suoi impianti e una valutazione tecnico-economica dei flussi di energia.

Lo scopo della diagnosi energetica è quello di individuare possibili soluzioni tecniche che riescano migliorare l'efficienza energetica dell'edificio, riducendo i consumi di energia. La diagnosi è, quindi, lo strumento più efficace per promuovere, e possibilmente attuare, azioni che possano portare a una riduzione anche consistente dei consumi di energia, garantendo le migliori condizioni di comfort ambientale.

Capire come funziona dal punto di vista energetico un edificio, intendendo con questo termine non solo la parte edilizia, ma l'insieme dell'involucro, della struttura e degli impianti, non è semplice in quanto l'edificio è un sistema complesso, soggetto a variabili non sempre prevedibili. L'approccio normalmente adottato in fase di progettazione considera condizioni al contorno semplificate (modalità d'uso standard, condizioni climatiche standard, caratteristiche tecniche dell'edificio note), mentre le condizioni operative reali sono influenzate da variabili climatiche normalmente diverse da quelle standard, ma anche da modalità gestionali non sempre riconducibili a modelli di riferimento unitari.

Lo studio che sta alla base della fase conoscitiva ha lo scopo di fornire all'Auditor, il tecnico responsabile della diagnosi, gli elementi oggettivi per comprendere come viene utilizzata, e purtroppo spesso sprecata, l'energia.

Le informazioni di base necessarie per effettuare una corretta diagnosi energetica riguardano innanzitutto le caratteristiche dell'edificio (caratteristiche termofisiche dell'involucro quali: pareti, serramenti, coperture, basamenti, e caratteristiche tecniche degli impianti di climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, usi elettrici, ecc.), ma anche le modalità gestionali (orari di accensione, giorni di attivazione degli impianti, temperature di funzionamento, ecc.).

Le informazioni necessarie per comprendere il comportamento energetico dell'edificio possono essere ricavate da documenti di progetto o, in mancanza di questi, da rilievi in campo. Per quanto riguarda gli aspetti gestionali, una campagna di misure (anche limitata nel tempo) può fornire informazioni importanti e soprattutto oggettive sul reale comportamento dell'edificio. I parametri principali che possono essere misurati sono la temperatura dell'aria, l'umidità relativa dell'aria, il consumo di energia termica o elettrica,

<sup>4</sup> Il termine "certificazione", usato correntemente e ormai accettato, può indurre a una poco corretta interpretazione del significato: nel suo uso corrente questo termine spesso si associa a un concetto di elevata qualità. La certificazione energetica, al contrario, ha lo scopo di comunicare la qualità prescindendo dal livello raggiunto: un edificio certificato potrebbe essere molto efficiente o poco efficiente. Un termine più corretto da usare sarebbe quello di classificazione energetica visto che è questo, in fondo, lo scopo.

ecc. L'analisi attraverso le bollette energetiche dei consumi reali di energia, termica o elettrica, può completare il quadro di riferimento. Anche se lo scopo della diagnosi energetica è quello di ridurre i consumi, può capitare che i contratti con i fornitori di energia o di servizi energetici non siano adeguati alle reali condizioni operative dell'utenza, che nel tempo si potrebbero essere modificate. L'ottimizzazione dei contratti in funzione delle effettive modalità d'uso può permettere di ridurre la bolletta energetica senza per questo ridurre i consumi di energia: un risparmio economico nella gestione che rientra comunque nei compiti dell'Auditor che, comunque, si dovrebbe preoccupare, come dicevamo di ridurre anche i consumi.

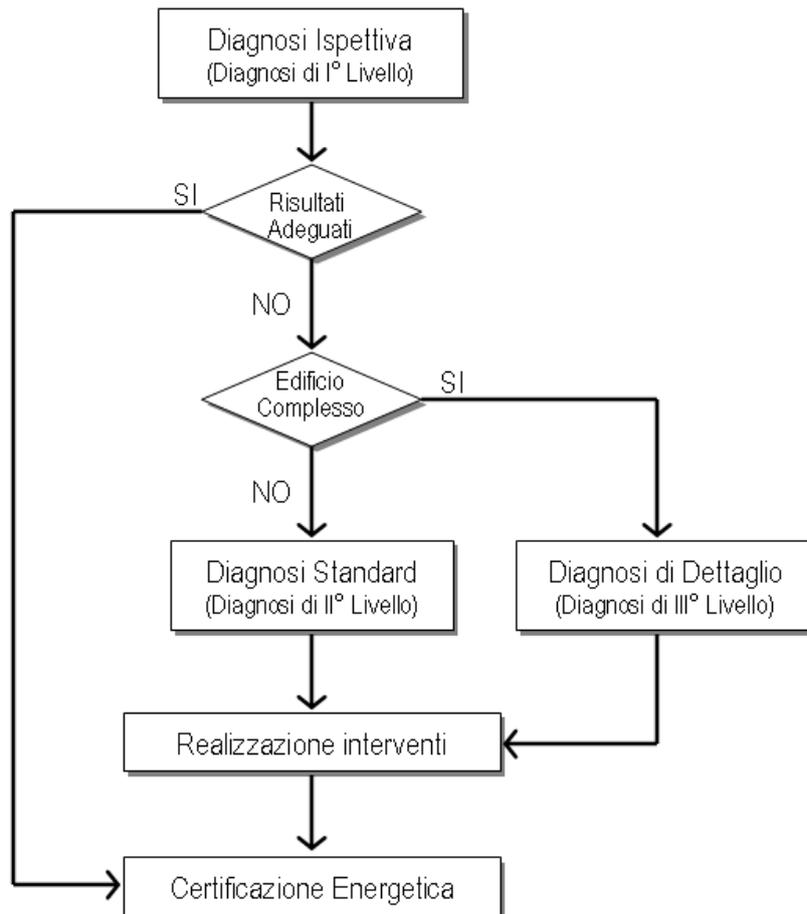


Fig. 3.6 *Diagnosi energetica e certificazione in una approccio operativo integrato.*

Il diagramma a blocchi riportato in figura 3.6, oltre ad evidenziare l'approccio complessivo, mostra le relazioni tra diagnosi e certificazione energetica.

Soggetti coinvolti

Comune di Mantova – Uffici competenti  
TEA

### 3.1.5 Piano per l'Illuminazione Pubblica

L'Amministrazione comunale ha avviato da tempo un Piano per l'illuminazione pubblica. Obiettivi del Piano sono quelli di adeguare l'impianto di illuminazione pubblica a quanto richiesto dalla Legge Regionale limitando l'inquinamento luminoso verso la volta celeste.

Il piano della luce avrà anche l'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica degli impianti, una migliore qualità che produrrà anche un risparmio energetico ed un minore impatto.

Il piano della luce non è stato ancora completato e, pertanto, non sono ancora disponibili le informazioni relative alle strategie che verranno adottate e gli obiettivi in termini di miglioramento dell'efficienza energetica. Vista la rilevante correlazione tra Piano della luce e PEC tutte le informazioni disponibili che emergeranno diventeranno parte integrante del PEC.

In relazione ai dati del 2006, la consistenza del sistema di illuminazione pubblica nel Comune di Mantova era quella riportata in tabella 3.1.

Abitanti N.	Lampioni N.	Potenza installata kW (*)	Densità territoriale abitanti N./km <sup>2</sup>	Densità territoriale lampioni	Rapporto ab./lampioni N./100 ab.	Potenza su territorio kW/km <sup>2</sup>	Potenza per abitante kW/100 ab.
47.671	8.663	1.074	745	135,40	18,17	16,79	2,25

(\*): da aggiungere circa il 30% di potenza assorbita dovuta agli accessori delle lampade

Tab. 3.1 *Consistenza dell'illuminazione pubblica nel Comune di Mantova al 2006*

La proprietà dei lampioni è di circa 2/3 in capo al Comune (anche attraverso la controllata TEA) e per 1/3 in capo al SoLe (controllata da ENEL).

E' in corso di stesura il Piano Regolatore dell'illuminazione Comunale (ai sensi della L.R.17 del 27/3/2000 e succ. modifiche ed integrazioni).

Pertanto non si è ritenuto di procedere ad uno specifico approfondimento di dettaglio. Infatti già il Piano dell'illuminazione pubblica prevede anche uno studio analitico degli interventi possibili di Energy Saving.

La recente emanazione delle Linee guida regionali per la stesura dei Piani Luce ha omogeneamente statuito dei criteri per la redazione dei medesimi. In sintesi dovrà essere predisposto quanto segue:

Inquadramento territoriale comprendente :

- un'analisi morfologica, ambientale, statistica, viabilistica ed urbanistica dello stato del territorio;
- una valutazione dell'evoluzione storica dell'illuminazione del territorio stesso;
- la delimitazione di aree o di percorsi omogenei;
- la individuazione di eventuali zone di protezione dall'inquinamento luminoso.

Censimento e stato di fatto dell'illuminazione sul territorio comprendente:

- censimento dello stato dell'illuminazione esistente con particolare riguardo alle tipologie delle applicazioni, dei corpi illuminanti, delle sorgenti luminose, dei supporti e relativa predisposizione di una banca dati;
- verifica della conformità legislativa indicando le possibili azioni correttive;
- identificazione delle principali caratteristiche dei quadri elettrici di alimentazione con indicazione della conformità normativa e delle tipologie e dei costi stimati di intervento, se necessari;
- relazione di indagine sul terreno attraverso mirati rilievi illuminotecnici.

Classificazione della viabilità che comprendente:

- classificazione delle strade;
- analisi dei flussi di traffico;
- classificazione di ambiti urbani ed extraurbani particolari;

Pianificazione degli adeguamenti che comprendente:

- proposte per le evidenze storiche ed artistiche;
- analisi di situazioni potenzialmente critiche;
- prescrizioni sull'adeguamento dell'esistente;
- priorità d'intervento;
- verifica degli impianti privati non conformi.

Soluzione integrata di riassetto illuminotecnico del territorio che comprendente:

- un'integrazione al Regolamento Edilizio;
- criteri guida per la realizzazione di futuri impianti di illuminazione pubblica e privata;
- Definizione di standard minimi per gli impianti pubblici e privati;
- Si individuano gli interventi di ammodernamento, rifacimento, integrazione, sostituzione finalizzati alla riqualificazione qualitativa, al risparmio energetico ed alla razionalizzazione degli impianti;

Pianificazione degli interventi, valutazioni economiche e piano di manutenzione che comprendente:

- programma di risparmio energetico con stima dei costi/benefici;
- cronoprogramma degli interventi;
- Piano di manutenzione.

Il risparmio energetico possibile

Per quanto non sia possibile dare una risposta precisa fino alla definitiva redazione del Piano Luce, si possono abbozzare alcune considerazioni che, l'evidenza sul territorio e la media di analoghi studi condotti su città aventi simili caratteristiche, possiamo considerare fortemente probabili.

Si notano:

Consistenti squilibri nel sistema di illuminazione fra zone diverse della città. Se un viale è sovra illuminato, ciò comporta una sensazione di oscurità passando in una via laterale con illuminazione regolamentare, per cui lo squilibrio (in eccesso) non aumenta il confort, ma solo le spese diffondendo una ingiustificata sensazione di insicurezza. La presenza di due proprietari degli impianti che hanno improntato due criteri differenti di gestione. Manca un disegno unitario cui ricondurre la gestione della luce che è anche un fatto, oltre che pratico, anche psicologico e di immagine. La presenza di impianti assolutamente obsoleti in termini di supporti, apparecchi, reti, tipologia di lampade, tipologia di gestione (specie per quanto riguarda i settori di proprietà ENEL). Un radicale, meditato e cronologicamente ragionevole intervento di sostituzione, omogeneizzazione, ammodernamento anche del sistema di gestione (con attenuazioni notturne mirate) può portare a sorprendenti risultati. Casi analoghi propongono risparmi energetici nell'ordine del 30-50% dei costi.

Azioni da intraprendere

Fermo restando che sarà il Piano ad indicarle ed a giustificarle, preme tuttavia segnalare l'opportunità di intraprendere le strade opportune (attraverso il riscatto degli impianti) allo scopo di ricondurre ad un solo gestore l'illuminazione pubblica di tutto il territorio comunale.

Il piano di Energy Saving che risulterà dal Piano Luce prevederà interventi ammortizzabili secondo differenti step temporali (3 anni, 5 anni, 12 anni). Si ritiene che si debbano prevedere non solo gli interventi di più immediata realizzabilità, ma anche quelli di più lungo periodo sia per dare coerenza alla filosofia del presente Piano Energetico Comunale, sia in relazione ai certi aumenti dei costi energetici del futuro. E' da studiarsi il possibile ricorso all'utilizzo, dal parte del Comune o del suo gestore, all'utilizzo di energie rinnovabili (fotovoltaico) per l'approvvigionamento energetico degli impianti di illuminazione pubblica.

## 3.2 Progetto Emissioni Zero

### 3.2.1 Obiettivi del progetto

La pianificazione energetica a scala comunale si deve porre l'obiettivo di ridurre il consumo di energia e, quindi, le emissioni di gas nocivi per l'ambiente e di gas climalteranti.

Per gli edifici nuovi è possibile intervenire attraverso regole cogenti (requisiti minimi) e parallelamente attraverso svariate forme di incentivazione legate alla qualità energetica raggiunta qualora questa sia maggiore rispetto a quella minima. La certificazione energetica, cogente in Regione Lombardia a partire dal 1° settembre 2007, valorizzerà questo processo che, tuttavia, determinerà una sempre maggiore differenza, in termini prestazionali, tra gli edifici nuovi e quelli esistenti.

I risultati delle prime 25.000 certificazioni energetiche pervenute in Regione Lombardia, riferite solo ad edifici esistenti, hanno evidenziato come questi si collochino mediamente nella classe più bassa, la classe G (fabbisogno di energia primaria superiore a 175 kWh/m<sup>2</sup> anno), mentre gli orientamenti per gli edifici nuovi anche semplicemente rispettosi dei requisiti minimi fissati dalla D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m. collocano mediamente gli edifici a cavallo tra la classe B e la classe C con fabbisogni di energia primaria inferiori rispettivamente a 29 e a 58 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Se l'obiettivo vero di una politica di programmazione energetica è quello di ridurre le emissioni a livello territoriale, una politica basata solo sull'incentivazione di edifici nuovi molto efficienti si rivela inefficace in quanto i nuovi insediamenti sono limitati dal punto di vista quantitativo mentre l'attività edilizia si concentra sempre di più sulla riqualificazione e sul riuso di ciò che già esiste: se per assurdo si dovessero adottare regole restrittive al punto di imporre le emissioni zero per i nuovi edifici non si otterrebbe un beneficio ambientale percepibile ma soprattutto non si contribuirebbe alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Le risorse economiche necessarie per ottenere prestazioni energetiche elevate sono tanto maggiori più ci si avvicina nella fascia alta delle prestazioni. L'eccellenza è sicuramente raggiungibile (le tecniche lo consentono) ma gli investimenti richiesti non sono trascurabili.

### 3.2.2 Procedura operativa del progetto

#### *Descrizione del meccanismo di compensazione*

I nuovi interventi vengono realizzati nel rispetto dei requisiti prestazionali energetici previsti dalla normativa Regionale. Un miglioramento di tali requisiti, inteso come una riduzione degli stessi pari almeno al 10%, consente di ottenere, in virtù della legge della Regione Lombardia numero 33/07, un incremento del volume pari al volume generato dallo spessore delle pareti dell'involucro.

Per i nuovi edifici, rimane comunque un valore residuo di fabbisogno di energia primaria. L'eliminazione di tale fabbisogno residuo, necessaria per ottenere un intervento ad Emissioni Zero, richiederebbe investimenti notevoli tali da disincentivare gli operatori immobiliari. L'elemento innovativo di questo progetto sta nel fatto che si prevede che l'annullamento delle emissioni possa essere ottenuto non negli stessi

edifici ma in altri edifici esistenti quindi caratterizzati da valori di prestazioni molto bassi (comunque rispetto a quelli degli edifici nuovi).

A tal proposito si propone di inserire nelle Norme di Documento di Piano la seguente previsione: *“Le volumetrie assentite potranno essere aumentate sino al 5% se la proposta di intervento garantirà, sulla scorta di apposite relazioni di calcolo, un’incidenza neutra sul fabbisogno complessivo di energia primaria a livello comunale. Tale risultato potrà essere ottenuto attraverso interventi, a carico dei soggetti attuatori, su edifici pubblici, da individuarsi in accordo con l’Amministrazione Comunale, tali da garantire una riduzione del fabbisogno di energia primaria di questi ultimi idonea a compensare il fabbisogno che sarà indotto dagli edifici in progetto.”*

Quindi secondo il progetto Emissioni Zero gli operatori si impegnano a finanziare interventi di riqualificazione in edifici esistenti annullando con questi interventi il fabbisogno energetico residuo necessario per azzerare, a livello comunale, le emissioni. Tale impegno verrà premiato con un incremento del 5 % delle volumetrie assentite.

Il progetto Emissioni Zero è rivolto a tutti gli interventi di nuova costruzione a prescindere dalla destinazione d’uso che essi abbiano. Simili meccanismi di compensazione dovranno essere applicati anche ad impianti per la produzione soggetti ad AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale).

Appare inoltre opportuno prevedere nel Piano delle Regole che l’adesione al Progetto Emissioni Zero venga considerato elemento qualificante dei Piani attuativi.

#### *I meccanismi attuativi del progetto*

Nell’attuare questo progetto restano da risolvere alcuni problemi:

Come è possibile individuare gli interventi compensativi?

Con che criteri viene verificata la compensazione?

Che vantaggi avrebbe la cittadinanza mantovana dall’attuazione di questo progetto?

Per quanto riguarda il primo punto la soluzione più semplice è quella di individuare il bacino di attuazione degli interventi di riqualificazione energetica tra gli edifici pubblici di proprietà del Comune di Mantova.

Questa scelta consentirebbe anche di dare una risposta alla seconda e alla terza domanda dal momento che:

- un meccanismo di questo tipo sarebbe di fatto controllato;
- la cittadinanza ne trarrebbe un vantaggio dal momento che gli incentivi concessi non sarebbero monetizzati ma si tradurrebbero in una riqualificazione del patrimonio pubblico, un patrimonio di tutti.

L’operatore dovrà quantificare l’entità dell’intervento da finanziare in funzione del fabbisogno energetico residuo dell’intervento oggetto della compensazione. In questo modo migliori saranno le prestazioni dei nuovi edifici e minore sarà l’entità del finanziamento richiesto.

Questa operazione è molto semplice in quanto corrisponde al prodotto dell’indicatore di prestazione energetica  $Q_{EPH}$  (Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento), il cui valore è facilmente desumibile dall’Attestato di Certificazione Energetica, e il fattore che converte i kWh del  $Q_{EPH}$  in termini monetari pari a 0,2 €/kWh. Tale valore una volta avviato tale meccanismo potrà essere oggetto di modifiche da parte dell’Amministrazione Comunale. L’importo così definito sarà versato in un fondo che l’Amministrazione Comunale utilizzerà per realizzare interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente. Per essere più chiari è necessario un esempio numerico: se dall’Attestato di Certificazione Energetica di un intervento di nuova costruzione risulterà che il valore di  $Q_{EPH}$  è pari a 40.000 kWh, il costruttore dovrà versare nel fondo comunale una cifra pari a  $40.000 \text{ kWh} * 0,2 \text{ €/kWh} = 8.000 \text{ €}$ .

*Metodologia per il calcolo del fattore di conversione da kWh a €*

Per il calcolo del fattore che rende possibile la trasformazione da kWh a €, così come previsto dal meccanismo “Emissioni Zero”, da versare nella cassa prevista dal Comune di Mantova sono state fatte le seguenti ipotesi e considerazioni:

1. E' stato assunto un valore di S/V (rapporto tra superficie disperdente e volume lordo riscaldato) medio pari a  $0,6 \text{ m}^{-1}$ . In Regione Lombardia è noto che secondo la D.G.R. 5018 e s.s.m. gli edifici di nuova costruzione ubicati a Mantova con un rapporto  $S/V=0,6$ , devono dimostrare, attraverso un Attestato di Certificazione Energetica, di avere un indicatore di prestazione energetica EP almeno pari a  $71,1 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$  (l'EP altro non è che il rapporto tra il Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento  $Q_{EPH}$  e la superficie utile di pavimento nel caso di edifici residenziali).
2. Sono state considerate nuove costruzioni con 4 differenti dimensioni. In particolare è stato considerato un edificio con superficie utile di  $400 \text{ m}^2$ , uno di  $800 \text{ m}^2$ , uno di  $1.500 \text{ m}^2$  e uno di  $2.000 \text{ m}^2$ .
3. Sono stati considerati vari indicatori di prestazione energetica (EP) tutti ovviamente inferiori ai  $71,1 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$  previsti dalla D.G.R. 5018. Gli EP considerati nelle simulazioni assumono i seguenti valori:  $70 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ,  $60 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ,  $50 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ,  $40 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ,  $30 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ,  $20 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ,  $10 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{anno}$ ;
4. In tutte i casi contemplati ci si è assicurati che con un valore di  $0,2 \text{ €/kWh}$  è possibile compensare i kWh che separano l'intervento di nuova costruzione dallo “Zero” con interventi di riqualificazione energetica previsti su edifici di proprietà del Comune. Tali interventi sono stati simulati prendendo come oggetto della ristrutturazione un edificio scolastico avente caratteristiche facilmente riscontrabili all'interno del parco edilizio pubblico;
5. Al fine di quantificare la convenienza economica per gli operatori che decideranno di partecipare al progetto Emissioni Zero è stata fatta un'ulteriore simulazione considerando un costo medio di costruzione pari a  $1.100 \text{ €/m}^2$  e un prezzo medio di vendita pari a  $1.500 \text{ €/m}^2$ .

In figura 3.7 si riporta il confronto tra il costo per il costruttore previsto dal progetto Emissioni Zero e quello degli oneri di urbanizzazione attualmente applicati dal Comune di Mantova. Da questa si evince chiaramente che in ciascun caso contemplato i costi a carico del costruttore previsti dal progetto Emissioni Zero sono sempre di gran lunga inferiori ai costi relativi agli oneri di urbanizzazione. Va da se che il costo parametrico  $\text{€/m}^3$  nel caso del progetto Emissioni Zero aumenti all'aumentare dei kWh da compensare (aumenta al crescere dell'indicatore EP). In questo modo è auspicabile che gli operatori abbiano un incentivo in più a costruire secondo i principi dell'efficienza energetica. E' ovvio invece che gli oneri di urbanizzazione rimangano costanti in quanto sappiamo bene che questi non sono legati in nessun modo all'indicatore di prestazione energetica EP.

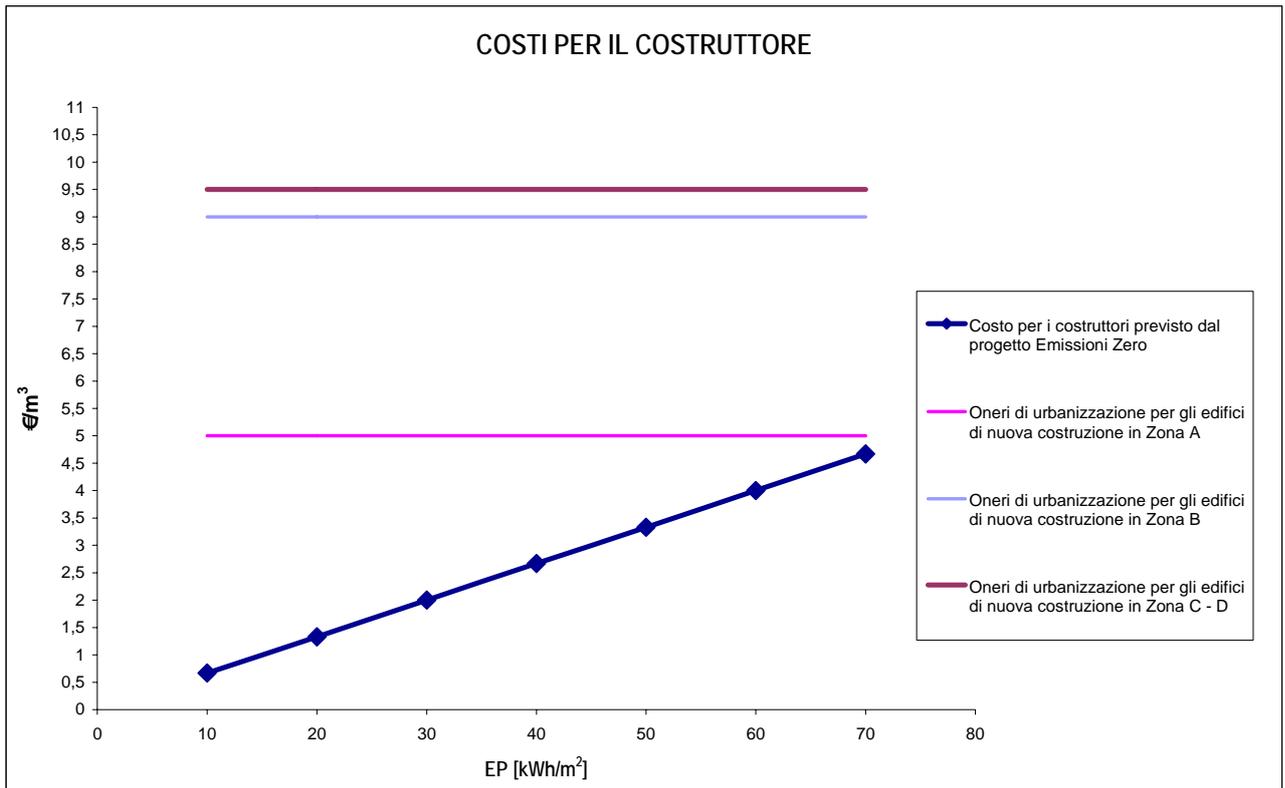
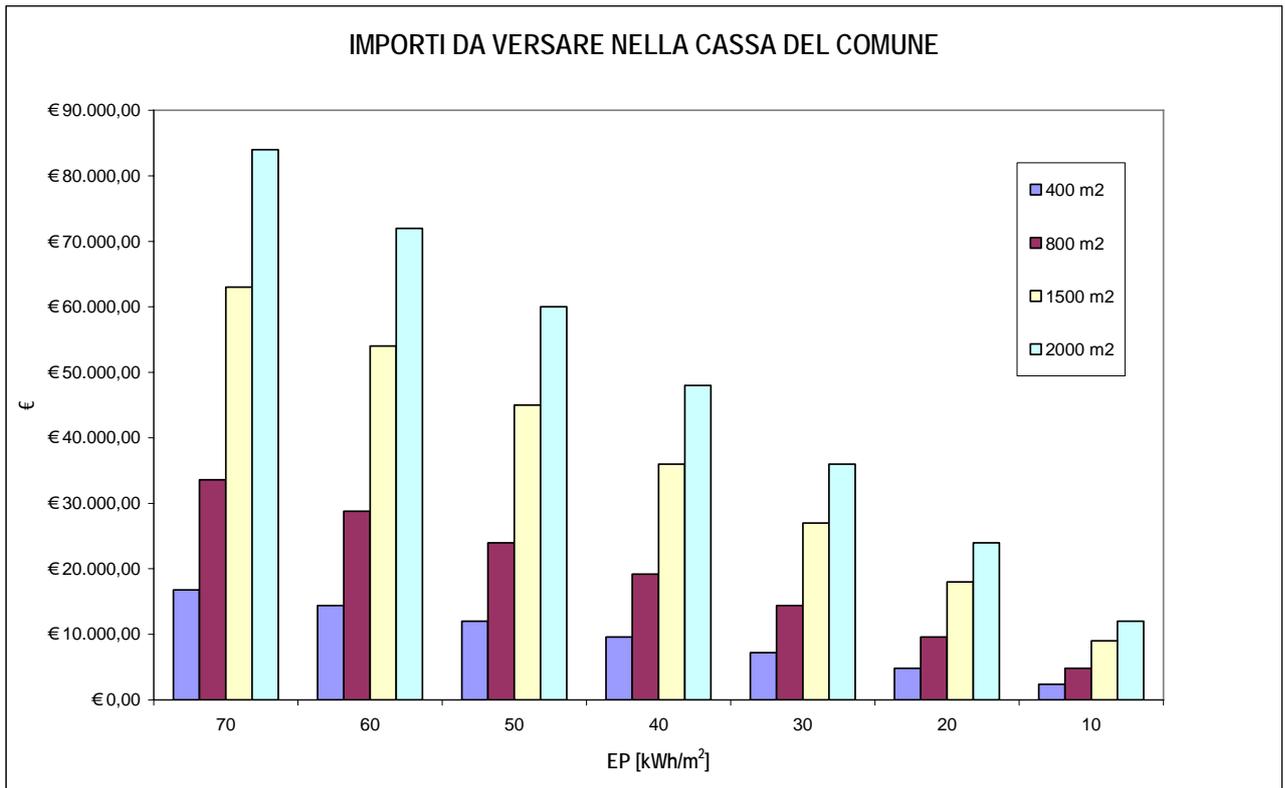


figura 3.7 Confronto tra i costi previsti dal progetto Emissioni Zero e quelli per gli oneri di urbanizzazione relativi agli edifici residenziali (a solo titolo esemplificativo)

In figura 3.8 vengono riportati invece gli importi che i costruttori dovranno versare nella cassa comunale in funzione delle dimensioni dell'intervento di nuova costruzione e dell'indicatore di prestazione energetica risultante dall'Attestato di Certificazione Energetica.



**figura 3.8** *Importi da versare nella cassa comunale in funzione della superficie utile della nuova costruzione e dell'EP*

In figura 3.9 infine si dimostra come, avendo ipotizzato un costo medio di costruzione pari a 1.100 €/m<sup>2</sup> e un prezzo medio di vendita pari a 1.500 €/m<sup>2</sup>, il progetto Emissioni Zero presenti una evidente convenienza economica per gli operatori che decideranno di aderire. Tale convenienza ovviamente sarà tanto maggiore quanto più basso sarà l'indicatore di prestazione energetica EP, ovvero quanto più basso sarà il numero di kWh che l'operatore dovrà compensare.

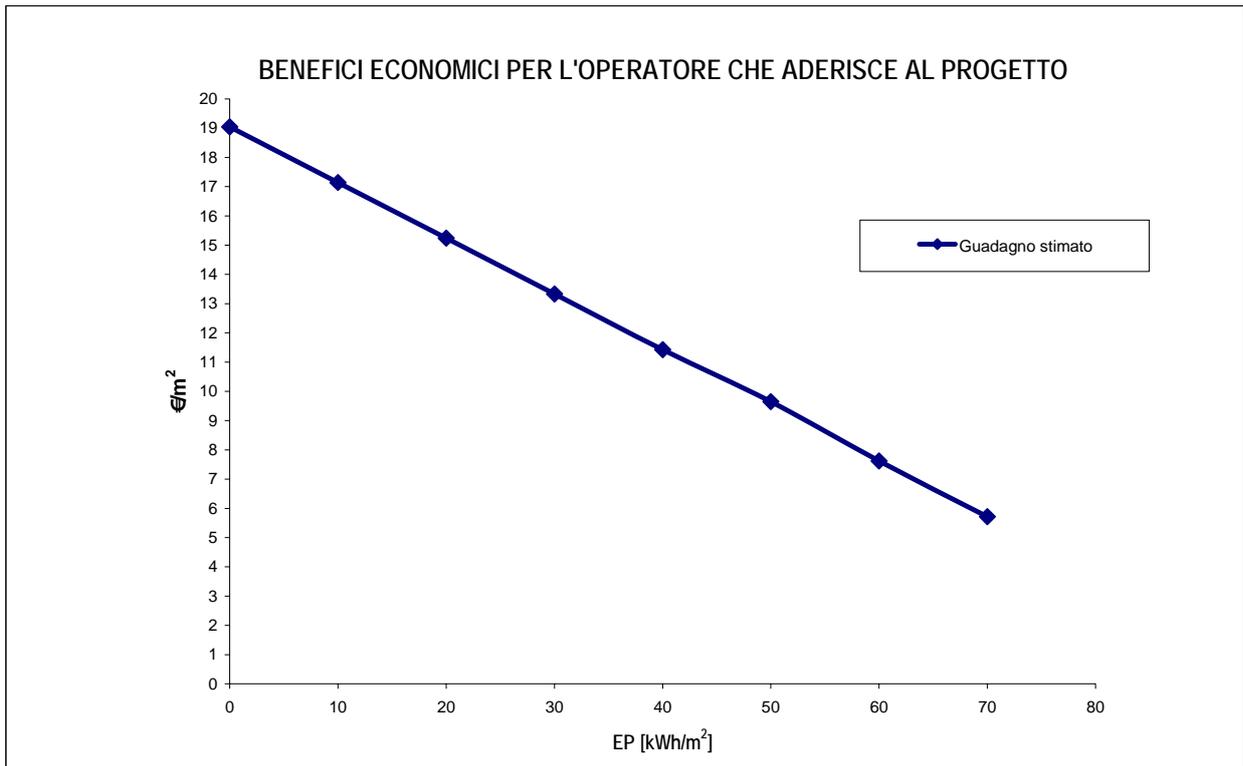


figura 3.9 *Benefici economici per l'operatore che aderirà al progetto Emissioni Zero.*

#### *La definizione degli interventi compensativi*

Quali dovranno essere gli interventi compensativi? Tutti quegli interventi che possano dimostrare di poter generare un risparmio energetico annuo equivalente.

Gli interventi potranno riguardare:

- riqualificazione dell'involucro;
- riqualificazione degli impianti;
- utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

Nella tabella 3.2 viene riportato un primo elenco, comunque non esaustivo, di possibili interventi. Oltre al semplice elenco è necessario definire le specifiche tecniche ma soprattutto effettuare una prima valutazione dei costi specifici di ogni intervento.

L'adesione al progetto Emissioni Zero è volontaria. Una volta calcolata la quantità di energia residua da neutralizzare nei nuovi interventi, si definiranno gli importi necessari per gli interventi negli edifici pubblici esistenti attraverso meccanismi che l'Amministrazione Comunale provvederà a stabilire.

Oggetto	Sottosistema	Descrizione degli interventi	
Involucro	Copertura	ED01	Coibentazione copertura a falda
		ED02	Coibentazione copertura piana
	Solette orizzontali	ED03	Coibentazione soletta superiore con controsoffitto interno
		ED04	Coibentazione basamento
	Pareti esterne	ED05	Cappotto esterno o facciata ventilata
		ED06	Intonaco isolante
		ED07	Isolamento intercapedine
		ED08	Isolamento dall'interno con controparete
	Pareti interne	ED09	Isolamento pareti su locali non riscaldati
	Serramenti	ED10	Sostituzione vetro
		ED11	Sostituzione serramento
		ED12	Doppio serramento
		ED13	Isolamento cassonetto
		ED14	Isolamento sottofinestra
Impianti	Produzione	IM01	Generatori di calore ad alta efficienza
		IM02	Pompe di calore ad aria elettriche
		IM03	Pompe di calore geotermiche
		IM04	Pompe di calore ad acqua di falda
		IM05	Pompe di calore a gas
	Distribuzione	IM06	Coibentazione tubazioni
		IM07	Sostituzione elettropompe di circolazione
	Regolazione e contabilizzazione	IM08	Sistema di regolazione locale
		IM09	Ripartitore consumi energetici
	Ventilazione	IM10	VMC semplice igroregolabile
		IM11	VMC con recuperatore di calore
Fonti energetiche rinnovabili	EA01	Impianto solare termico	
	EA02	Impianto solare fotovoltaico	
	EA03	Caldaia a biomassa	

Tab. 3.2 *Elenco degli interventi compensativi di riqualificazione energetica*

### 3.3 Progetto Energia Impresa

#### 3.3.1 Premessa

Le considerazioni riportate nella sintesi delle risultanze del Bilancio energetico comunale non lasciano dubbi sull'importanza che le attività produttive mantovane rivestono in tema di energia, sia sul lato della produzione che quello della domanda. Sempre dalla lettura del Bilancio energetico si identificano le grandi industrie di trasformazione energetica, nella loro duplice veste di produttori e consumatori, la grande industria in genere consumatrice ed infine la media e piccola oltre gli assimilati, il commercio ed il terziario certamente tutti consumatori di energia.

E' importante definire questo quadro ripartito in offerta/domanda e modulato nella scala dimensionale delle imprese dal punto di vista di quantità energetiche trattate. Le azioni che saranno proposte di seguito potrebbero generare contaminazioni importanti tra diversi comparti produttivi esistenti costituendo un fattore attrattivo di insediamento di nuove realtà produttive il cui scopo sociale è l'intervento nel settore dell'efficienza energetica, nell'uso di fonti rinnovabili e più in generale dell'ambito della sostenibilità ambientale. Quindi, avendo sempre come riferimento la sintesi ed il quadro del Bilancio energetico al 2007 è possibile intraprendere azioni anche forti agendo sui comparti produttivi, diversamente, trascurando questi aspetti (da cosa siamo partiti) si rischierebbe di perdere l'orizzonte di riferimento, rassegnandoci alle oramai consuete azioni di contenimento dei consumi oltre a quelle di retrofit tecnologico.

Nel caso Mantovano l'ambizione è a favore di un programma di sostenibilità ambientale che inizi a fare breccia nel mondo produttivo all-carbon, guardando a nuovi paradigmi di sostenibilità energetica che potrebbero costituire un primo passo verso una florida economia locale free-carbon per la completa sostituzione dell'oggetto economico nel tempo.

I segnali della praticabilità economica dell' approccio ambientale al mercato, tout court sul lato offerta, è oggi evidente: negli ultimi due anni il numero di leggi, norme ma soprattutto investimenti a favore dell'efficienza energetica e per lo sviluppo (ormai desueto il termine introduzione) dell'uso di fonti rinnovabili è stato esponenziale e talmente importate da costituire il punto di non ritorno dell'avventura industriale di molte imprese. In sostanza se il bisogno si è insediato ora è necessario strutturarsi per soddisfarlo

Per dare spessore a queste affermazioni si osserva quanto il GSE (Gestore Servizi Elettrici nazionale) ha pubblicato in questi giorni con il rapporto Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia che mette in luce gli importanti sviluppi del settore:

Solare	+92.8 %
Eolico	+42.2 %
Biogas	+25.7%
Totale da rinnovabili 2006	21.332 MW
Totale da rinnovabili 2007	22.307 MW
Aumento rinnovabili 2006/2007	4.6%

Tab. 3.3 *Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia (potenza installata), periodo 2006-2007 (fonte: GSE)*

L'estrazione di questi dati costringe al commento sull'intera gamma delle rinnovabili omessa, assistendo ad una sostanziale fermata del grande idroelettrico, una piccola affermazione del mini e micro idro, una recessione della biomassa da scarto produttivo e agricolo mentre è ancora in aumento l'uso di biomasse assimilate da RSU. Nessuna traccia di produzione energetica chimica, cioè con vettore idrogeno e l'utilizzo di celle di combustibile. Si affaccia in la produzione geotermica che, specie nel campo civile, comincia ad assumere corpo con impianti a bassa entalpia condominiali su edifici nuovi con alti indici energetici.

Il fotovoltaico con il nuovo conto energia prosegue l'azione intrapresa con il vecchio conto a partire dal 2005, affermandosi sul mercato e aprendo alla ricerca (film sottili e nano tecnologie) per abbattere i costi economici ed ambientali della tecnologia al silicio.

Vecchio conto energia	
Numero impianti	4.715
Potenza installata	95.37 MW
Nuovo conto energia	
Numero impianti	9.069
Potenza installata	60.91 MW

**Tab. 3.4** *Potenza elettrica installata a seguito delle agevolazioni introdotte dai conti energia al 15/7/2008 (fonte: GSE)*

Sempre secondo il GSE, a trainare il treno italiano delle rinnovabili è la locomotiva delle regioni trentine e lombarda rispettivamente con 9 e 8.7 MW – L'Italia sale di posizione nella classifica europea attestandosi, anche se con grande scarto, al terzo posto dopo Spagna e Germania.

Questa premessa è stata necessaria per evidenziare ancora una volta le grandi potenzialità economiche che l'area produttiva mantovana, operante a qualsiasi livello, può intercettare in un mercato come quello energetico non convenzionale in piena espansione.

Quindi la principale azione strategica che si individua è quella di introdurre qualsiasi meccanismo e pratica per dare corpo alla transizione graduale di un'importante economia locale basata sulla trasformazione energetica fossile, verso un'economia basata sulle opportunità offerte da comparti produttivi legati alla sostenibilità ambientale.

Per fare questo Mantova deve essere capace di attrarre operatori del settore, domestici o esteri che siano, stimolare le forze produttive locali a prendere in considerazione nuove opportunità di mercato, concorrere alla definizione della propria immagine anche come un polo tecnologico della sostenibilità capace di futuro. Inoltre si deve tenere in considerazione gli obiettivi del dopo Kyoto, ovvero quelle azioni meglio note come 20-20-20 – Abbattimento dei gas serra del 20%, Aumento delle rinnovabili del 20% e riduzione dei consumi finali del 20% - Questi obiettivi sono stati presi in sede di Consiglio dei Ministri Europei per il 2020.

### 3.3.2 Azioni immediate per il settore produttivo

Come già affermato nel Bilancio Energetico Comunale le azioni che possono essere intraprese per l'affermazione degli obiettivi di riduzione dei gas climalteranti nel comparto produttivo, del grande commercio e del terziario sono anzitutto quelle relative all'osservanza di leggi e norme di carattere generale e locale. L'ampio set legislativo di recente emanazione, a partire dal Dlgs. 192/05 modificato dal Dlgs. 311/06, la materia concorrente regionale trattata dalle DGR 5018/07 e 5773/07, l'allegato al Regolamento Edilizio del Comune di Mantova e le indicazioni in itinere stabilite dal nuovo PGT della Città di Mantova rappresentano il quadro di riferimento cogente a cui ogni soggetto che intraprende una qualsiasi mutazione del territorio è tenuto a rispettare.

Tuttavia, una serie di azioni di carattere volontario, coniugate con aspetti di interesse economico, possono essere intraprese nei comparti produttivi a maggior ragione mossi dalla convenienza della dinamicità degli investimenti. Il costo dei vettori energetici ha raggiunto importanti quotazioni e, solo un anno fa, l'opportunità o meno di investire in efficienza energetica meritava più attente considerazioni, oltre le scontate ragioni ambientali introdotte nei conti economici come costi esterni. Oggi, perdere tempo per verificare la convenienza economica, ad esempio, di dotare le docce di stabilimento di un impianto solare

termico risulterebbe ridicolo a meno non fosse presente la facile disponibilità di calore di recupero dai processi produttivi.

Quanto è possibile intraprendere a favore di un'economia sostenibile, anche dal punto di vista ambientale, è un nuovo mondo realmente vasto che deve prevedere un'informazione puntuale e certa. L'azione informativa di un sportello energia gestito dall'Amministrazione comunale, tema già trattato per il settore civile, dovrebbe prevedere uno specifico settore di assistenza per i comparti produttivi.

Altre importanti azioni devono essere agite per la disseminazione di informazioni circa le opportunità di investimento in strutture immobili e impianti energeticamente efficienti tramite:

- Sportello informativo energia specializzato per le attività produttive;
- Azioni di AG21;
- Patrocinio della Amministrazione ad iniziative specifiche e qualificate in campo energetico promosse da altri Enti e Associazioni di categoria.

In sostanza si tratta di intervenire in concerto con gli Enti economici diretti, come ad esempio la Camera di Commercio, le sue Aziende speciali o le Associazioni di categoria, per la maggior diffusione delle buone pratiche e degli annessi vantaggi economici. Un servizio di questo genere è piuttosto impegnativo, non può essere generico, deve prevedere momenti di osservazione, feedback e di monitoraggio. Le informazioni rilasciate da questa struttura è bene si connotino in campagne finalizzate e dedicate alle diverse tipologie di attività. Per questa ragione gli Enti citati non possono non essere coinvolti in quanto detentori privilegiati di conoscenze e front-line con l'utenza. Altro semplice motivo di coinvolgimento è costituito dalla necessità di reperire risorse economiche e umane per il servizio.

Aziende attive in Mantova	n. 669
Aziende inattive in Mantova	n. 79
(fonte: Camera di Commercio di Mantova rilevazione 2007)	

Quindi l'azione che si propone non ha il fine limitato della diffusione random di alcune buone pratiche ma dovrebbe configurarsi come un servizio di accompagnamento per le imprese che intendono investire in efficienza e rinnovabili sul lato della domanda energetica (risparmio), capace anche di gestire il monitoraggio dell'azione svolta tramite indicatori economici come il fatturato/costi energetici e fisico-ambientali come l'intensità energetica.

Sin qui le azioni proposte sul lato della domanda, più complesso ed articolata è la risposta che deve essere data sul lato dell'offerta energetica da agire tramite il settore produttivo. Va da se che un'ulteriore sviluppo della produzione energetica di origine fossile non ha più alcuno spazio (è sufficiente pensare che un quarto dell'energia elettrica prodotta in Lombardia è mantovana, oppure osservare il diagramma di flusso del Bilancio Energetico Comunale per rendersi conto dell'adeguatezza di questa affermazione) che d'ora in avanti saranno possibili interventi solo di sostituzione delle tecnologie di trasformazione energetica con altre che sfruttano le FR. Al momento è disponibile per tutti la tecnologia di trasformazione fotovoltaica concretamente incentivata dal programma nazionale Conto energia. Concretamente il programma può costituire un momento di investimento produttivo, specie per gli operatori economici che possono accedere con maggior facilità al credito, detraggono fiscalmente le spese di ammortamento di impianto e l'imposta sul valore aggiunto e che fisicamente dispongono di aree ampie, genericamente non centrali e prive di vincoli.

Altra occasione di investimento nell'efficienza energetica è dedicata ai distretti o complessi produttivi e centri commerciali di nuova costruzione o in forte ristrutturazione ed è costituita dagli Impianti CAR (impianti di cogenerazione ad alto rendimento) incentivati dal Dlgs. 20/2007 che ha ampliato la possibilità di scambio sul posto dell'energia prodotta dagli impianti di potenza fino a 20 kW a quelli fino 200 kW. In

ultimo si accenna la possibilità di investire in impianti di produzione energetica con tecnologia solare termodinamica descritta dal DM 11/04.

Investire in efficienza energetica e FR costituisce oggi un interessante risultato economico, biunivoco sui due fronti del risparmio/investimento, ricordando che l'energia da FR italiana scambiata per coprire le quote obbligatorie di Certificati Verdi è pari a 5.8 miliardi di kWh. (fonte: GSE e si comprendono le importanti produzioni idroelettriche, eoliche e geotermiche).

### 3.3.3 Criteri generali per lo sviluppo del Polo per l'Efficienza Energetica e le Fonti Rinnovabili

Vero cuore delle proposte in campo energetico rivolto al mondo delle attività produttive è l'individuazione e costituzione di un distretto per la ricerca, sviluppo e realizzazione di tecnologie per l'efficienza energetica e lo sfruttamento delle fonti rinnovabili.

Come anticipato nel Bilancio Energetico Comunale e ripreso nella premessa di questo capitolo, alla luce del fortissimo incremento dell'industria dell'efficienza energetica, delle macchine ed impianti per lo sfruttamento delle FR, oggi si riscontra che il fenomeno ha carattere incontrovertibile e di punta nella crescita e nello sviluppo economico del Paese.

Con questo si intende superare le criticità duale degli opposti lati costituiti dalla domanda ed offerta energetica, ovvero le conseguenti e consuete azioni di risparmio/investimento, per puntare direttamente a cavalcare la tigre proponendosi e rendendosi disponibili alle occasioni offerte dal nascente mercato della sostenibilità energetica a tutto tondo.

L'inventiva ed intraprendenza mantovana hanno radici profonde che nei secoli hanno giovato alla economia locale, ora con grande rispetto per la natura nell'epoca della rinascenza e dell'umanesimo lasciando traccia nella società contadina, ora con forti aggressioni all'ambiente nell'era della società a petrolio e generando indotti industriali importanti.

Insomma, oggi ambiente ed energia sono i paradigmi su cui fondare nuove economie e rapporti sociali per il prossimo futuro: un appuntamento a cui Mantova non può mancare.

L'area strutturata di Valdaro, con la presenza di un polo logistico con ambizione di intermodalità sostenibile (collegamento nord/sud Brennero/adriatico, trasporto della gomma su ferro, trasporto fluviale e marittimo, sperimentazione del vettore idrogeno per autotrasporto ecc.) cioè la possibilità di sfruttare ambiti sinergici, potrebbe essere considerata adatta a costituirsi in un distretto produttivo ad alta vocazione di sostenibilità.

Lo sviluppo dell'area si doterebbe del valore aggiunto di specificazione delle funzioni da insediare:

- incubatore di imprese del settore energetico;
- sviluppo e ricerca applicata del settore energetico/Fr ambientale;
- sede di produzioni a diverso livello del settore merceologico energetico/Fr ambientale;
- sede di momenti formativi specializzati nel settore energetico/Fr ambientale.

da perseguire attraverso la:

- definizione degli scopi ed obiettivi;
- definizione gli studi preliminari economici, di marketing territoriale e tecnici;
- definizione delle forme di intervento: una agenzia di sviluppo;
- definizione e ricerca di un soggetto sviluppatore;
- definizione dei criteri di allocazione;
- definizione dei benchmark e degli indicatori per il monitoraggio.

Si ritiene indispensabile il rapporto con la Mantova produttiva, con le Associazioni di Categoria, con le Parti Sociali e con la Cittadinanza, privilegiando, ovviamente, in prima istanza il rapporto con la Società proprietaria delle aree.

In un quadro di visione i settori insediabili sono davvero molti (meccanica, elettromeccanica, impiantistica, chimica, IT, informatica, ingegneria economica ecc.) di qualsiasi livello e dimensione (consortile, industriale, artigianale, professionale, individuale ecc.) per entità private o pubbliche.

### 3.3.4 Proposte operative

In conclusione di questo capitolo, quanto è stato sin qui illustrato per coniugare gli aspetti energetici ed ambientali con il mondo produttivo trova una definizione articolata in tre proposte operative che il Comune di Mantova intende farsi carico di sviluppare.

#### La Grande Industria

Tramite le Associazioni di categoria, ma anche in forma diretta, il Comune di Mantova potrà ricercare almeno cinque partners di importanza superiore appartenenti al comparto industriale al fine di costituire una *unità di studio* sulle tematiche energetiche attinenti ai settori produttivi industriali. Questo primario gruppo potrà avere come compito:

- la costituzione di un gruppo di ricerca

- l'implementazione dei temi di ricerca, ovvero oltre a:

1. strategie per audit energetico nei comportamenti produttivi
2. individuazione e introduzione delle FR in ambiti produttivi
3. strategie per la costituzione di ESCO (Energy service company) specializzate

#### *Obiettivo di visione:*

realizzazione di 10.000 mq di generazione fotovoltaica nel prossimo quinquennio nei siti produttivi mantovani, pari a circa 1.5 Mwp installati con investimenti stimabile in 7.000.000 di Euro.

Il primo tema, quello dell'audit energetico nel settore industriale (poi estendibile ai settori genericamente produttivi), non risulta particolarmente indagato nè per via pratica, ad esempio con la divulgazione di casi studio, nè per via teorica nella letteratura tecnico-scientifica in quanto ha come dati di acquisizione articolari settorialità che generano un numero sostenuto di variabili.

Tuttavia, la prassi industriale persegue favorevolmente la pratica dell'efficienza, anzi il sistema produttivo industriale è basato sull'efficienza, quindi questa proposta dovrebbe incontrare particolare interesse da parte delle Aziende a cui si rivolge.

Per questo motivo si ritiene che possano essere pragmaticamente oggetto di studio prioritario proprio i casi dei partners che partecipano all'*unità*. In tale modo, gli Uffici Tecnici aziendali che conoscono e monitorano i consumi dei propri insediamenti produttivi potranno interagire con interesse, fatto certo che senza questi dati è impossibile ogni qualsiasi ricerca operativa.

Sempre dedicati alla grande industria, gli altri due temi proposti sono in una certa misura collegati tra loro essendo ambedue propedeutici alla apertura di nuovi settori di investimento per le aziende, anche con oggetto sociale natura diversa, interessate all'esplorazione dei settori della produzione e dei servizi energetici forti del loro knowledge tecnologico.

A tale proposito la Società TEA s.p.a., in virtù del suo scopo sociale, potrà avere un ruolo importante di traino tra i partners della prima costituzione della unità di studio.

Il gruppo primario potrà essere investito anche dei compiti di:

- found research per le attività di ricerca

- definizione dei criteri di acquisizione di nuovi partners
- definizione di strumenti operativi immediati come ad esempio l'elaborazione di contratti standard per il pratico accesso all'installazione e gestione di generatori fotovoltaici anche in sintonia con il sistema finanziario locale.

Compito del Comune di Mantova potrà essere quello di soggetto proponente e coordinatore del processo di sviluppo per l'impiego locale delle FR nelle sedi produttive.

### L'insediamento di Valdaro

E' nota la connotazione del sito, la configurazione del sistema viario e trasportistico, le valenze e delimitazioni ambientali già trattate e da risaltare, nelle quali è inserita l'area di Valdaro, cioè una situazione favorevole per lo sviluppo di un'area produttiva e logistica caratterizzata e dedicata alla sostenibilità ambientale. Anzi, come già detto, un'area che può far leva sul plus della proposta ambientale per la sua collocazione sul mercato del real estate con un approccio fortemente caratterizzante.

In prima istanza occorre identificare i/il soggetti/o capace della gestione del processo di riqualificazione della visione progettuale di Valdaro con la Costituzione di un'Agenzia di sviluppo che abbia come scopo la collocazione sul mercato di aree edificabili a carattere produttivo con caratteristiche fortemente orientate alla sostenibilità ambientale.

Si ritiene che il gruppo primario per la costituzione dell'agenzia di sviluppo non possa che essere costituito dalla Società Valdaro s.p.a. stessa, dalla Tea s.p.a. e dal Comune di Mantova, ovvero dalle componenti principali dell'assetto proprietario dell'area. In un secondo tempo potrebbe risultare opportuna l'ammissione qualificata di nuovi partners già operativi e capaci nell'attività di sviluppo territoriale.

L'Agenzia, oltre ai compiti tecnici di prima fase per *definire e comunicare la visione del progetto* potrà individuare l'advisor per la raccolta delle opzioni e adesione al progetto, ricercandolo indifferentemente all'interno o all'esterno dei promotori iniziali.

Oltre agli ambiti strategici dell'Agenzia sarà necessario **definire gli studi preliminari di marketing territoriale.**

#### *Obiettivo di visione:*

la realizzazione del Master plan per lo sviluppo dell'area. Il master plan dovrà tenere conto delle indicazioni degli studi preliminari, di riscontro economico e, ovviamente, coniugarli all'orientamento verso la sostenibilità ambientale e tramite una forte identificazione urbanistica a favore del target di riferimento scelto. Solo dopo aver espresso e reso comunicabili gli obiettivi di visione si potrà definire i parametri tecnici di fattibilità, di riferimento, specificazione e di feed back.

Di seguito non ci si esime dall'indicare perseguibili sin d'ora:

- La mixità funzionale ed il grado di flessibilità della proposta
- L'approccio climatico per l'orientamento geografico dell'insediamento
- I parametri di classificazione energetica attesa non inferiori alla classe "A"
- Energy management tools
  - Bilancio energetico locale pari a zero consumi
  - Mixità delle fonti energetiche: cascami di produzione e teleriscaldamento, geotermico, fotovoltaico, solare termico, biomasse (a proposito si ricorda la proposta di utilizzo del raccolto di biomassa presente nei laghi mantovani che necessita di essere smaltito)
- Mobility management tools
  - Studio di interscambio nodale gomma/ferro/acqua

- Collegamento con la città
- Mobilità interna dolce by foot, by bike, electrical mobile, hydrogen mobile
  
- Soil management tools
  - Meccanismi di compensazione residua per l'utilizzo di suolo vergine
  - Gestione del suolo progettato (artificiale), del ciclo delle acque e dei rifiuti
  - Approccio LCA (Life cycle assessment)
  - Impianto per verde naturale
  - La certificazione ambientale volontaria di riferimento - LEED

## 4 Scenari di riduzione dei fabbisogni di energia

### 4.1 Definizione dei possibili scenari collegati alle Azioni di Piano

#### 4.1.1 Progetto Efficienza Energetica

Il settore residenziale consuma circa 2.188.000 GJ/anno (usi elettrici e termici); di cui 448.000 GJ/anno per la produzione di acqua calda sanitaria e circa e 1.107.000 GJ/anno per il solo riscaldamento.

Il procedimento qui utilizzato per determinare i fabbisogni energetici nel settore edilizio e quindi individuare i possibili interventi, consiste nel valutare una serie di parametri caratteristici di ciascun edificio, allo scopo di determinare i fabbisogni termici attraverso un'analisi della struttura edilizia.

Gli elementi ritenuti più significativi a tal fine sono:

- le caratteristiche dimensionali dell'edificio e le sue destinazioni d'uso;
- il fattore di forma;
- l'orientamento e l'interferenza con altre strutture;
- le caratteristiche termiche dell'involucro.
- lo stato di manutenzione dell'edificio;
- la tipologia dell'impianto di riscaldamento.

La procedura adottata in questo caso è un'analisi che non prevede indagini sul campo e si adatta, quindi, alla elaborazione di bilanci energetici su aree territoriali estese. Per applicare questa metodologia devono essere determinati alcuni fattori parametrici di valutazione (i consumi specifici) e individuare le realtà applicative di riferimento.

I parametri di riferimento utilizzati sono le volumetrie riscaldate (ricavabili dai dati ISTAT) e le caratteristiche climatiche del luogo. I dati sui consumi riferiti all'anno 2005 sono stati ottenuti da TEA s.p.a. e si sono rilevati molto utili al fine di poter calibrare il modello qui proposto.

La metodologia adottata per l'ambito territoriale in esame utilizza in parte il procedimento parametrico ed in parte quello deduttivo.

L'analisi parametrica del parco edilizio esistente consente di valutare i consumi di energia per costruire il bilancio energetico ed inoltre di stimare gli effetti che interventi di miglioramento o politiche rivolte al risparmio energetico potrebbero indurre.

I dati ISTAT del 2002, disponibili aggregati a livello di sezione censuaria (nel nostro caso aggregati in macroisole), costituiscono il primo livello del sistema informativo territoriale; essi riguardano anche le tipologie edilizie presenti in una determinata area e le tecnologie costruttive.

Coi dati strutturali del censimento si può risalire agli indicatori che descrivono le prestazioni energetiche; si possono ad esempio trasformare i dati sulle superfici abitate in superfici disperdenti degli edifici ed aggregare le tipologie edilizie censite in categorie omogenee dal punto di vista termico.

Una matrice a doppia entrata in cui da una parte compaiono le epoche costruttive e dall'altra le tipologie edilizie, definite dal numero delle abitazioni, rappresenta in maniera sintetica i dati strutturali del comparto edilizio di un determinato territorio.

In tabella 4.1 la matrice individua 36 tipologie corrispondenti agli incroci tra righe e colonne; per ognuno di questi sottosistemi devono essere definite le caratteristiche tipologiche che permetteranno di valutare i consumi energetici per riscaldamento:

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli						
3-5 unità ab.						
6-8 unità ab.						
9-15 unità ab.						
16-30 unità ab.						
più di 30 unità ab.						

Tab. 4.1 *Matrice di correlazione tra le epoche di costruzione e le tipologie costruttive*

Nella tabella 4.2 sono riportate le abitazioni del Comune di Mantova, ripartite per epoca di costruzione e tipologia:

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	1570	600	766	571	423	456
3-5 unità ab.	1304	243	427	289	174	265
6-8 unità ab.	1411	287	1358	774	637	603
9-15 unità ab.	412	94	1180	1.495	746	468
16-30 unità ab.	125	16	809	2.544	429	522
più di 30 unità ab.	-	-	224	1.015	402	259

Tab. 4.2 *Ripartizione del numero delle abitazioni per epoca di costruzione e tipologia*

Lo sviluppo del metodo di analisi proposto richiede di integrare le informazioni ricavabili dai censimenti con dati ricavabili dalle norme tecniche attualmente vigenti (UNI TS 11300).

Le informazioni da reperire e utilizzare sono le seguenti:

- caratteristiche termofisiche delle strutture edilizie che costituiscono l'involucro dell'edificio;
- caratteristiche tecniche dell'impianto di riscaldamento/condizionamento;
- caratteristiche dell'utenza;
- stato di manutenzione delle principali strutture edilizie.

Ricavati tali dati si possono definire indici di particolare interesse per classe storico-tipologica:

- rapporto tra la superficie di involucro laterale opaca e la superficie calpestabile;
- rapporto tra la superficie di involucro laterale vetrata e la superficie calpestabile;
- altezze medie interpiano;
- trasmittanze pareti esterne opache;
- trasmittanze ultimo solaio.

I fabbisogni energetici del settore residenziale vengono stimati incrociando i dati ricavati dal censimento ISTAT con i parametri caratteristici definiti delle indagini campionarie. In pratica è possibile ricostruire con i

dati statistici le caratteristiche dimensionali dei singoli edifici, attribuendo poi ad essi caratteristiche tecnologiche e costruttive secondo l'appartenenza ad una precisa classe storico-tipologica, ottenendo così tutti gli elementi utili a calcolare il carico termico.

Il risultato finale sarà una matrice di correlazione che riporterà, all'interno delle singole caselle, i valori dei consumi energetici della categoria considerata. Il calcolo dei consumi con una matrice di correlazione evidenzia le categorie che contribuiscono maggiormente al consumo energetico dell'intero comparto e quindi le priorità d'intervento della fase propositiva.

Riportiamo nel seguito le matrici ricavate evidenziando i vari passaggi dell'indagine, fino alla valutazione del potenziale di risparmio energetico ottenibile intervenendo in tutti gli edifici o in parte di essi.

Le informazioni ricavate sono risultate utili a definire una situazione quantitativa e qualitativa attendibile sullo stato del patrimonio residenziale del Comune di Mantova.

Partendo dall'indagine ISTAT è stato possibile ricavare le matrici riportate nelle tabelle 4.3 e 4.4:

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	1.570	600	766	571	423	456
3-5 unità ab.	1.304	243	427	289	174	265
6-8 unità ab.	1.411	287	1.358	774	637	603
9-15 unità ab.	412	94	1.180	1.495	746	468
16-30 unità ab.	125	16	809	2.544	429	522
più di 30 unità ab.	-	-	224	1.015	402	259

Tab. 4.3 *Matrice del numero delle abitazioni nel Comune di Mantova ripartite per epoca costruttiva e tipologia edilizia (fonte: elaborazioni dati ISTAT 01).*

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	197.419	67.222	85.944	68.130	49.650	50.361
3-5 unità abitative	120.559	20.312	39.151	27.706	17.807	21.926
6-8 unità abitative	123.925	23.711	116.396	70.260	58.915	47.828
9-15 unità abitative	38.423	7.950	101.766	142.539	69.489	36.871
16-30 unità abitative	11.923	1.047	70.170	231.350	41.861	41.917
più di 30 unità abitative	-	-	16.762	93.782	32.744	20.208

Tab. 4.4 *Superfici degli edifici residenziali nel Comune di Mantova in m<sup>2</sup> ripartite per epoca costruttiva e tipologia edilizia (fonte: elaborazioni dati ISTAT 01).*

Dividendo i valori della matrice della tabella 4.4 per quelli della matrice della tabella 4.3 è possibile ricavare i valori delle superfici medie degli alloggi (tab. 4.5).

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	125,7	112,0	112,2	119,3	117,4	110,4
3-5 unità ab.	92,5	83,6	91,7	95,9	102,3	82,7
6-8 unità ab.	87,8	82,6	85,7	90,8	92,5	79,3
9-15 unità ab.	93,3	84,6	86,2	95,3	93,1	78,8
16-30 unità ab.	95,4	65,4	86,7	90,9	97,6	80,3
più di 30 unità ab.	-	-	74,8	92,4	81,5	78,0

Tab. 4.5 *Superficie media delle singole unità immobiliari degli edifici residenziali nel Comune di Mantova ripartite per epoca costruttiva e tipologia edilizia (fonte: elaborazioni dati ISTAT 01).*

Le indagini campionarie hanno consentito di determinare il valore delle altezze medie degli alloggi, informazioni non presenti tra i dati ISTAT, che vengono riportate in tabella 4.6:

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	3,30	3,30	3,10	3,00	2,90	2,80
3-5 unità ab.	3,30	3,30	3,10	3,00	2,90	2,80
6-8 unità ab.	3,30	3,30	3,10	3,00	2,90	2,80
9-15 unità ab.	3,30	3,30	3,10	3,00	2,90	2,80
16-30 unità ab.	3,30	3,30	3,10	3,00	2,90	2,80
più di 30 unità ab.	3,30	3,30	3,10	3,00	2,90	2,80

Tab. 4.6 *Altezze medie degli alloggi degli edifici residenziali nel Comune di Mantova in m ripartite per epoca costruttiva e tipologia edilizia*

Moltiplicando i dati della matrice di tabella 4.5 con quelli della matrice di tabella 4.6 si sono ricavati i volumi netti riscaldati i cui valori sono riportati in tabella 4.7.

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	651.483	221.833	266.426	204.390	143.985	141.011
3-5 unità ab.	397.845	67.030	121.368	83.118	51.640	61.393
6-8 unità ab.	408.953	78.246	360.828	210.780	170.854	133.918
9-15 unità ab.	126.796	26.235	315.475	427.617	201.518	103.239
16-30 unità ab.	39.346	3.455	217.527	694.050	121.397	117.368
più di 30 unità ab.	-	-	51.962	281.346	94.958	56.582

Tab. 4.7 *Volumi netti globali degli alloggi degli edifici residenziali nel Comune di Mantova in m<sup>3</sup> ripartiti per epoca costruttiva e tipologia edilizia*

Le matrici che seguono, definiscono dei coefficienti, ricavati da indagini campionarie, che consentono di completare il quadro informativo.

Nella tabella 4.8 vengono riportati i valori dei rapporti tra la superficie opaca (pareti perimetrali) e l'area netta delle unità mentre nella tabella 4.9 vengono riportati i valori dei rapporti tra la superficie trasparente dell'involucro e l'area netta delle unità.

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	1,26	1,21	1,11	1,08	1,06	0,99
3-5 unità ab.	1,21	1,17	1,05	0,98	0,95	0,90
6-8 unità ab.	1,15	1,13	1,04	0,89	0,87	0,82
9-15 unità ab.	1,13	1,11	0,92	0,87	0,86	0,80
16-30 unità ab.	1,13	1,11	0,92	0,87	0,86	0,80
più di 30 unità ab.	1,13	1,11	0,92	0,87	0,86	0,80

Tab. 4.8 *Rapporto tra superficie opaca (pareti perimetrali) e Area netta delle unità [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]*

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	0,10	0,11	0,13	0,125	0,14	0,17
3-5 unità ab.	0,10	0,11	0,13	0,125	0,14	0,17
6-8 unità ab.	0,10	0,11	0,13	0,125	0,14	0,17
9-15 unità ab.	0,10	0,11	0,13	0,125	0,14	0,17
16-30 unità ab.	0,10	0,11	0,13	0,125	0,14	0,17
più di 30 unità ab.	0,10	0,11	0,13	0,125	0,14	0,17

Tab. 4.9 *Rapporto tra superficie trasparente e Area netta delle unità [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]*

Incrociando i dati ricavati dal censimento ISTAT con quelli ricavati dagli indicatori riportati nelle matrici di tab. 4.8 e tab. 4.9 è stato possibile completare le caratteristiche geometriche che caratterizzano l'insieme degli edifici residenziali del Comune di Mantova ed in particolare:

- le superfici opache laterali dell'involucro;
- le superfici trasparenti laterali;

calcolate moltiplicando i coefficienti così determinati per i valori di superficie calpestabile. I valori così ricavati, sempre espressi in forma di matrice, sono riportati nelle tabelle 4.10 e 4.11.

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	248.748	81.339	95.398	73.240	52.629	49.857
3-5 unità ab.	145.876	23.765	41.109	27.152	16.917	19.733
6-8 unità ab.	142.514	26.793	121.052	62.531	51.256	39.219
9-15 unità ab.	43.418	8.825	93.625	124.009	59.761	29.497
16-30 unità ab.	13.473	1.162	64.556	201.275	36.000	33.534
più di 30 unità ab.	-	-	15.421	81.590	28.160	16.166

Tab. 4.10 *Superfici opache laterali degli edifici residenziali del Comune di Mantova [m<sup>2</sup>]*

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	19.742	7.394	11.173	8.516	6.951	8.561
3-5 unità ab.	12.056	2.234	5.090	3.463	2.493	3.727
6-8 unità ab.	12.393	2.608	15.131	8.783	8.248	8.131
9-15 unità ab.	3.842	875	13.230	17.817	9.728	6.268
16-30 unità ab.	1.192	115	9.122	28.919	5.861	7.126
più di 30 unità ab.	-	-	2.179	11.723	4.584	3.435

Tab. 4.11 *Superfici trasparenti laterali degli edifici residenziali del Comune di Mantova [m<sup>2</sup>]*

La metodologia adottata prevede che si effettui non solo una valutazione quantitativa ma anche una valutazione qualitativa delle caratteristiche delle pareti che costituiscono l'involucro degli edifici. Tale valutazione prevede di associare alle pareti opache e trasparenti dei valori medi di trasmittanza termica.

I valori utilizzati sono stati ricavati dai dati di riferimento riportati nell'appendice della norma UNI TS 11300. Le caratteristiche delle strutture nelle varie epoche costruttive sono state verificate anche dai rilievi in campo effettuati.

I valori delle trasmittanze relative alle superfici opache e a quelle trasparenti laterali sono riportati rispettivamente nelle tabelle 4.12 e 4.13.

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	2,40	1,60	1,40	1,12	0,65	0,60
3-5 unità ab.	2,40	1,60	1,40	1,12	0,65	0,60
6-8 unità ab.	2,40	1,60	1,40	1,12	0,65	0,60
9-15 unità ab.	2,40	1,60	1,40	1,12	0,65	0,60
16-30 unità ab.	2,40	1,60	1,40	1,12	0,65	0,60
più di 30 unità ab.	2,40	1,60	1,40	1,12	0,65	0,60

Tab. 4.12 *Valori delle trasmittanze medie delle pareti opache verticali degli edifici residenziali nel Comune di Mantova [W/m<sup>2</sup>K]*

Tipologie edilizie	<1919	19 - 45	46-60	61-71	72-80	81-02
Edifici singoli	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	3,50
3-5 unità ab.	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	3,50
6-8 unità ab.	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	3,50
9-15 unità ab.	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	3,50
16-30 unità ab.	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	3,50
più di 30 unità ab.	5,00	5,00	5,00	4,50	4,00	3,50

Tab. 4.13 *Valori delle trasmittanze medie delle pareti trasparenti verticali degli edifici residenziali nel Comune di Mantova [W/m<sup>2</sup>K]*

Con queste informazioni è possibile effettuare delle valutazioni sui consumi e sui risparmi ottenibili a seguito di interventi di riqualificazione energetica. Sono stati elaborati infatti vari scenari al fine di capire in che maniera nuove infrastrutture energetiche (in particolare lo sviluppo della rete del teleriscaldamento) e politiche sul risparmio energetico possano dare benefici energetici e ambientali nel Comune di Mantova.

Nello specifico si sono valutati cinque scenari dei quali si riportano i dati di sintesi.

### Scenario Zero

Lo scenario zero definisce la situazione secondo i trend dei consumi attuali. Questa base di valutazione è stata introdotta per consentire di valutare gli effetti, in termini di miglioramento di efficienza energetica, che le varie azioni comporteranno. Le ipotesi sulla base delle quali viene costruito questo scenario sono le seguenti:

1. Interventi di nuova costruzione pari a circa allo 0,93% annuo rispetto al patrimonio esistente nel 2002 (0,93% è il tasso di costruzione medio osservato dal 1919 al 2002 nel Comune di Mantova – fonte dati ISTAT). Questo ha portato a ipotizzare un incremento della superficie residenziale di circa il 14% rispetto al 2005.
2. Sviluppo rete di teleriscaldamento secondo il Piano di Sviluppo di TEA s.p.a. (la rete di TLR giungerà a saturazione nel 2012) così come riportato in tabella 4.14, con la conseguente riqualificazione degli impianti termici esistenti (è stato considerato che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto passa dal 60% al 75% a seguito dell'allacciamento alla rete di TLR);
3. Applicazione della D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m. A tal proposito è stato considerato che gli effetti di questa si inizieranno a sentire solo a partire dall'anno 2009;
4. Totale assenza di controlli sul rispetto dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici introdotti dalla D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.;
5. Efficienza globale media stagionale degli impianti di riscaldamento pari al 60%;
6. Temperatura all'interno delle abitazioni nella stagione di riscaldamento pari a 22°C (in mancanza di sistemi di regolazione efficienti sono questi i valori medi di temperatura ambientale rilevati).

	Volumetria allacciata (m <sup>3</sup> di edificio)						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Totali per anno	210.000	536.463	456.058	615.286	487.841	466.582	295.543
Totali progressivi	210.000	746.463	1.202.52	1.817.80	2.305.64	2.772.23	3.067.77
Totali generali	4.188.17	4.724.63	5.180.69	5.795.98	6.283.82	6.750.40	7.045.94
Incremento progressivo annuale	0%	13%	24%	38%	50%	61%	68%

Tab. 4.14 *Piano di sviluppo della rete di teleriscaldamento (Fonte TEA)*

I risultati della simulazione sono riportati nella tabella 4.15. Considerando come base di riferimento il 2005 il consumo energetico complessivo al 2020 si riduce di circa il 2% grazie al progressivo allacciamento di gran parte della città alla rete di teleriscaldamento. Questo tipo di intervento comporta infatti una riqualificazione dell'impianto termico esistente con una conseguente riduzione di emissioni di gas serra.

	U.M.	2005	2008	2020	Incremento % rispetto al 2005	Riduzione % rispetto allo scenario zero
Sup. residenziale	m <sup>2</sup>	2.226.522	2.287.020	2.529.012	14%	/
Consumo usi elettrici	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	633.013 35.132	650.213 36.087	719.013 39.905	14% 14%	/
Consumo uso cucina e acs	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	448.273 24.879	460.453 25.555	490.904 27.245	10% 10%	/
Consumo uso riscaldamento	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	1.107.263 61.453	1.007.122 55.895	935.801 51.937	-15% -15%	/
<b>CONSUMO TOTALE</b>	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	2.188.549 121.464	2.117.789 117.537	2.145.718 119.087	-2% -2%	/

Tab. 4.15 *Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura secondo lo scenario 0*

### Scenario 1

In questo scenario è stata valutata l'evoluzione energetica a partire dal 2005 fino ad arrivare al 2020 nel caso in cui fosse previsto un sistema per poter controllare il rispetto della normativa sugli interventi di nuova costruzione. Le condizioni alla base del presente scenario sono quindi:

1. Interventi di nuova costruzione pari a circa allo 0,93% annuo rispetto al patrimonio esistente nel 2002 (0,93% è il tasso di costruzione medio osservato dal 1919 al 2002 nel Comune di Mantova – fonte dati ISTAT). Questo ha portato a ipotizzare un incremento della superficie residenziale di circa il 14% rispetto al 2005.
2. Sviluppo rete di teleriscaldamento secondo il Piano di Sviluppo di TEA s.p.a. (la rete di TLR giungerà a saturazione nel 2012) così come riportato in tabella 4.14, con la conseguente riqualificazione degli impianti termici esistenti (è stato considerato che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto passa dal 60% al 75% a seguito dell'allacciamento alla rete di TLR);
3. Applicazione della D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018. A tal proposito è stato considerato che gli effetti di questa si inizieranno a sentire solo a partire dall'anno 2009;
4. Efficienza globale media stagionale degli impianti di riscaldamento pari al 60%;
5. Temperatura all'interno delle abitazioni nella stagione di riscaldamento pari a 22°C (in mancanza di sistemi di regolazione efficienti sono questi i valori medi di temperatura ambientale rilevati).

#### Ipotesi aggiunte rispetto allo scenario zero

6. Istituzione di controlli sul rispetto dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici introdotti dalla D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.

I risultati della simulazione sono riportati nella tabella 4.16. Considerando come base di riferimento il 2005 il consumo energetico complessivo grazie ad un'attività di controlli delle pratiche edilizie e all'estensione della rete di teleriscaldamento si ridurrà del 5%. Inoltre la sola attività di controllo permetterà di avere una riduzione dei consumi complessivi e quindi dell'emissioni di circa il 3% rispetto al precedente scenario.

	U.M.	2005	2008	2020	Incremento % rispetto al 2005	Riduzione % rispetto allo scenario zero
Sup. residenziale	m <sup>2</sup>	2.226.522	2.287.020	2.529.012	14%	0%
Consumo usi elettrici	[GJ/anno]	633.013	650.213	719.013	14%	0%
	[tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	35.132	36.087	39.905	14%	
Consumo uso cucina e acs	[GJ/anno]	448.273	460.453	490.904	10%	0%
	[tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	24.879	25.555	27.245	10%	
Consumo uso riscaldamento	[GJ/anno]	1.107.263	1.007.122	870.463	-21%	7%
	[tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	61.453	55.895	48.311	-21%	
<b>CONSUMO TOTALE</b>	[GJ/anno]	2.188.549	2.117.789	2.080.380	-5%	3%
	[tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	121.464	117.537	115.461	-5%	

Tab. 4.16 *Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura secondo lo scenario 1*

Lo scenario 1 rappresenta quindi la condizione che si raggiungerebbe senza introdurre azioni di miglioramento ma semplicemente applicando in modo corretto le regole già in vigore.

#### Scenario 2

Nel presente scenario, oltre a considerare tutte le ipotesi che sono alla base dello scenario 1 si cerca di valutare quali siano gli effetti che l'applicazione del Progetto "Emissioni Zero" darebbe in termini di risparmio.

Le condizioni che sussistono in questo caso sono quindi:

1. Interventi di nuova costruzione pari a circa allo 0,93% annuo rispetto al patrimonio esistente nel 2002 (0,93% è il tasso di costruzione medio osservato dal 1919 al 2002 nel Comune di Mantova – fonte dati ISTAT). Questo ha portato a ipotizzare un incremento della superficie residenziale di circa il 14% rispetto al 2005.
2. Sviluppo rete di teleriscaldamento secondo il Piano di Sviluppo di TEA s.p.a. (la rete di TLR giungerà a saturazione nel 2012) così come riportato in tabella 4.14, con la conseguente riqualificazione degli impianti termici esistenti (è stato considerato che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto passa dal 60% al 75% a seguito dell'allacciamento alla rete di TLR);
3. Applicazione della D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.. E' stato considerato che gli effetti di questa si inizieranno a sentire solo a partire dall'anno 2009;
4. Efficienza globale media stagionale degli impianti di riscaldamento pari al 60%;
5. Temperatura all'interno delle abitazioni nella stagione di riscaldamento pari a 22°C (in mancanza di sistemi di regolazione efficienti sono questi i valori medi di temperatura ambientale rilevati).

#### Ipotesi aggiunte rispetto allo scenario zero

6. Istituzione di controlli sul rispetto dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici introdotti dalla D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.;
7. Applicazione del progetto "Emissioni Zero".

I risultati della simulazione sono invece riportati nella tabella 4.17. Rispetto al 2005 i consumi complessivi si riducono dell'8%. Rispetto invece allo scenario zero la riduzione dei consumi complessivi e delle emissioni dei gas a effetto serra è di circa il 6%.

	U.M.	2005	2008	2020	Incremento % rispetto al 2005	Riduzione % rispetto allo scenario zero
Sup. residenziale	m <sup>2</sup>	2.226.522	2.287.020	2.529.012	14%	0%
Consumo usi elettrici	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	633.013	650.213	719.013	14%	0%
Consumo uso cucina e acs	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	448.273	460.453	490.904	10%	0%
Consumo uso riscaldamento	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	1.107.263	1.007.122	805.125	-27%	14%
<b>CONSUMO TOTALE</b>	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	2.188.549	2.117.789	2.015.042	-8%	6%

Tab. 4.17 *Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura secondo lo scenario 2*

### Scenario 3

Lo scenario 3 si differenzia da quelli precedenti per il fatto che in questo caso l'Amministrazione comunale, attraverso le Azioni di Piano, interviene indirizzando interventi di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente. In questo scenario è stata valutata l'evoluzione energetica a partire dal 2005 fino ad arrivare al 2020 nel caso in cui sussistano le seguenti condizioni:

1. Interventi di nuova costruzione pari a circa allo 0,93% annuo rispetto al patrimonio esistente nel 2002 (0,93% è il tasso di costruzione medio osservato dal 1919 al 2002 nel Comune di Mantova – fonte dati ISTAT). Questo ha portato a ipotizzare un incremento della superficie residenziale di circa il 14% rispetto al 2005.
2. Sviluppo rete di teleriscaldamento secondo il Piano di Sviluppo di TEA s.p.a. (la rete di TLR giungerà a saturazione nel 2012) così come riportato in tabella 4.14, con la conseguente riqualificazione degli impianti termici esistenti (è stato considerato che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto passa dal 60% al 75% a seguito dell'allacciamento alla rete di TLR);
3. Applicazione della D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m. E' stato considerato che gli effetti di questa si inizieranno a sentire solo a partire dall'anno 2009;
4. Efficienza globale media stagionale degli impianti di riscaldamento pari al 60%;
5. Temperatura all'interno delle abitazioni nella stagione di riscaldamento pari a 22°C (in mancanza di sistemi di regolazione efficienti sono questi i valori medi di temperatura ambientale rilevati).

#### Ipotesi aggiunte rispetto allo scenario zero

6. Istituzione di controlli sul rispetto dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici introdotti dalla D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.;
7. Applicazione del progetto "Emissioni Zero";
8. Interventi di ristrutturazione pari a circa all' 1,2% annuo del patrimonio esistente nel 2005 (tasso di ristrutturazione ipotizzato per capire in che modo le riqualificazioni energetiche degli edifici possano impattare sul bilancio comunale).

Gli interventi di ristrutturazione considerati in questo scenario sono i seguenti:

- Coibentazione delle pareti verticali esterne per tutti gli edifici fatta eccezione per quelli costruiti prima del 1946 ( $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- Coibentazione delle coperture per tutti gli edifici fatta eccezione per quelli costruiti dopo il 2002 ( $U=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- Sostituzione dei serramenti ( $U=2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Installazione di valvole termostatiche ( $T_{\text{int}}= 20^\circ\text{C}$ )
- Sostituzione delle lampade a incandescenza con le fluorescenti a risparmio energetico.

I risultati della simulazione sono invece riportati nella tabella 4.18. Considerando come base di riferimento il 2005 il consumo energetico complessivo al 2020 si riduce del 17%. La riduzione rispetto allo scenario zero è pari invece al 15%.

	U.M.	2005	2008	2020	Incremento % rispetto al 2005	Riduzione % rispetto allo scenario zero
Sup. residenziale	m <sup>2</sup>	2.226.522	2.287.020	2.529.012	14%	0%
Consumo usi elettrici	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	633.013	650.213	709.893	12%	1%
Consumo uso cucina e acs	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	448.273	460.453	490.904	10%	0%
Consumo uso riscaldamento	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	1.107.263	1.007.122	626.637	-43%	33%
<b>CONSUMO TOTALE</b>	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	2.188.549	2.117.789	1.827.434	-17%	15%

Tab. 4.18 *Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura secondo lo scenario 3*

#### Scenario 4

Lo scenario 4 rappresenta una variante rispetto allo scenario precedente: le strategie infatti rimangono pressoché le stesse con la differenza che diventa più incisiva l'azione di riqualificazione del patrimonio esistente che ora riguarda il 2,8% degli edifici all'anno.

In questo scenario è stata valutata l'evoluzione energetica a partire dal 2005 fino ad arrivare al 2020 nel caso in cui sussistano le seguenti condizioni:

1. Interventi di nuova costruzione pari a circa allo 0,93% annuo rispetto al patrimonio esistente nel 2002 (0,93% è il tasso di costruzione medio osservato dal 1919 al 2002 nel Comune di Mantova – fonte dati ISTAT). Questo ha portato a ipotizzare un incremento della superficie residenziale di circa il 14% rispetto al 2005.
2. Sviluppo rete di teleriscaldamento secondo il Piano di Sviluppo di TEA s.p.a. (la rete di TLR giungerà a saturazione nel 2012) così come riportato in tabella 4.14, con la conseguente riqualificazione degli

impianti termici esistenti (è stato considerato che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto passa dal 60% al 75% a seguito dell'allacciamento alla rete di TLR);

3. Applicazione della D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m. E' stato considerato che gli effetti di questa si inizieranno a sentire solo a partire dall'anno 2009;
4. Efficienza globale media stagionale degli impianti di riscaldamento pari al 60%;
5. Temperatura all'interno delle abitazioni nella stagione di riscaldamento pari a 22°C (in mancanza di sistemi di regolazione efficienti sono questi i valori medi di temperatura ambientale rilevati).

#### Ipotesi aggiunte rispetto allo scenario zero

6. Istituzione di controlli sul rispetto dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici introdotti dalla D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018 e s.s.m.;
7. Applicazione del progetto "Emissioni Zero";
8. Interventi di ristrutturazione pari al 2,8% annuo del patrimonio esistente nel 2005 (tasso di ristrutturazione ipotizzato per capire in che modo le riqualificazioni energetiche degli edifici possano impattare sul bilancio comunale).

Gli interventi di ristrutturazione considerati in questo scenario sono i seguenti:

- Coibentazione delle pareti verticali esterne per tutti gli edifici fatta eccezione per quelli costruiti prima del 1946 (raggiungimento del valore di trasmittanza  $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$  previsto dalla delibera Regionale);
- Coibentazione delle coperture per tutti gli edifici fatta eccezione per quelli costruiti dopo il 2002 (raggiungimento del valore di trasmittanza  $U=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  previsto dalla delibera Regionale);
- Sostituzione dei serramenti (raggiungimento del valore di trasmittanza  $U=2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  previsto dalla delibera Regionale)
- Installazione di valvole termostatiche ( $T_{int}= 20^\circ\text{C}$ )
- Sostituzione delle lampade a incandescenza con lampade fluorescenti a risparmio energetico.

I risultati della simulazione sono invece riportati nella tabella 4.19. Considerando come base di riferimento il 2005 il consumo energetico complessivo al 2020 diminuisce addirittura del 25% mentre la riduzione rispetto allo scenario zero è del 26%.

	U.M.	2005	2008	2020	Incremento % rispetto al 2005	Riduzione % rispetto allo scenario zero
Sup. residenziale	m <sup>2</sup>	2.226.522	2.287.020	2.529.012	14%	0%
Consumo usi elettrici	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	633.013 35.132	650.213 36.087	697.749 38.725	10% 10%	3%
Consumo uso cucina e acs	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	448.273 24.879	460.453 25.555	490.904 27.245	10% 10%	0%
Consumo uso riscaldamento	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	1.107.263 61.453	1.007.122 55.895	388.653 21.570	-65% -65%	58%
<b>CONSUMO TOTALE</b>	[GJ/anno] [tonCO <sub>2</sub> eq/anno]	2.188.549 121.464	2.117.789 117.537	1.577.306 87.540	-28% -28%	26%

Tab. 4.19 *Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura secondo lo scenario 4*

#### 4.1.2 Sintesi e commenti degli scenari ipotizzati

In figura 4.1 è stato ritenuto opportuno riportare in un unico grafico una sintesi degli scenari ipotizzati. Almeno quattro sono gli spunti di riflessioni che scaturiscono dalla lettura del grafico:

1. Ciascuno scenario ipotizzato prevede un andamento decrescente fino al 2012. La riduzione dei consumi è dovuta all'estensione della rete di teleriscaldamento fino al punto di massimo sviluppo così come previsto dal piano della TEA s.p.a. Lo sviluppo del teleriscaldamento comporta quindi una riqualificazione degli impianti termici esistenti. Nell'elaborazione degli scenari è stato considerato infatti che tale intervento comporta un aumento del rendimento globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento dal 60% al 75%. Come si evince dalla figura 4.1 la riqualificazione degli impianti di riscaldamento comporta i maggiori risparmi in termini di consumi, a dimostrazione del fatto che come vedremo in seguito i maggiori risparmi sono ottenibili solo attraverso una valorizzazione energetica del patrimonio esistente.
2. L'andamento dello scenario 1 rispetto allo scenario zero, dimostra come una politica volta al risparmio energetico nell'edilizia (per esempio la D.G.R. del 26/06/2007 n. 8/5018) senza un supporto concreto nella sua applicazione (controlli da parte dei Comuni) non porta a sfruttare appieno le potenzialità della normativa vigente. Gli effetti utili in termine di risparmio che un'attività di controllo potrebbe comportare sono stati stimati intorno al 3% rispetto ad uno scenario privo di alcuna azione di questo tipo.
3. L'andamento dello scenario 2 dimostra la validità che in termini di benefici economico-ambientali comporterebbe l'attuazione del progetto Emissioni Zero. Tale azione sebbene agisce solo sulle nuove costruzioni, ovvero sul settore meno problematico dal punto di vista delle prestazioni energetiche consentirebbe una riqualificazione degli edifici pubblici e una riduzione dei consumi in una misura pari al 6% rispetto al trend attuale.
4. Negli scenari 3 e 4, oltre alle politiche e all'applicazione del progetto Emissioni Zero, vengono considerati interventi di efficienza energetica ad un tasso di ristrutturazione annua dell'esistente pari rispettivamente all'1,2% e al 2,8% (questi tassi di ristrutturazione sono stati ipotizzati per capire in che maniera la riqualificazione energetica del patrimonio esistente possa impattare sul bilancio energetico globale). Nel primo caso, seppur i consumi continuino a crescere al 2020, la percentuale di riduzione rispetto ai consumi totali stimati nel caso base è estremamente significativa (15%). Nel secondo caso invece, incentivando maggiormente la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, si può apprezzare che oltre ad una notevole riduzione dei consumi si riesce ad ottenere un risultato estremamente interessante: i consumi nel tempo si riducono ottenendo già nel 2020 ottimi risultati, ovvero il 26% di risparmi rispetto allo scenario zero.

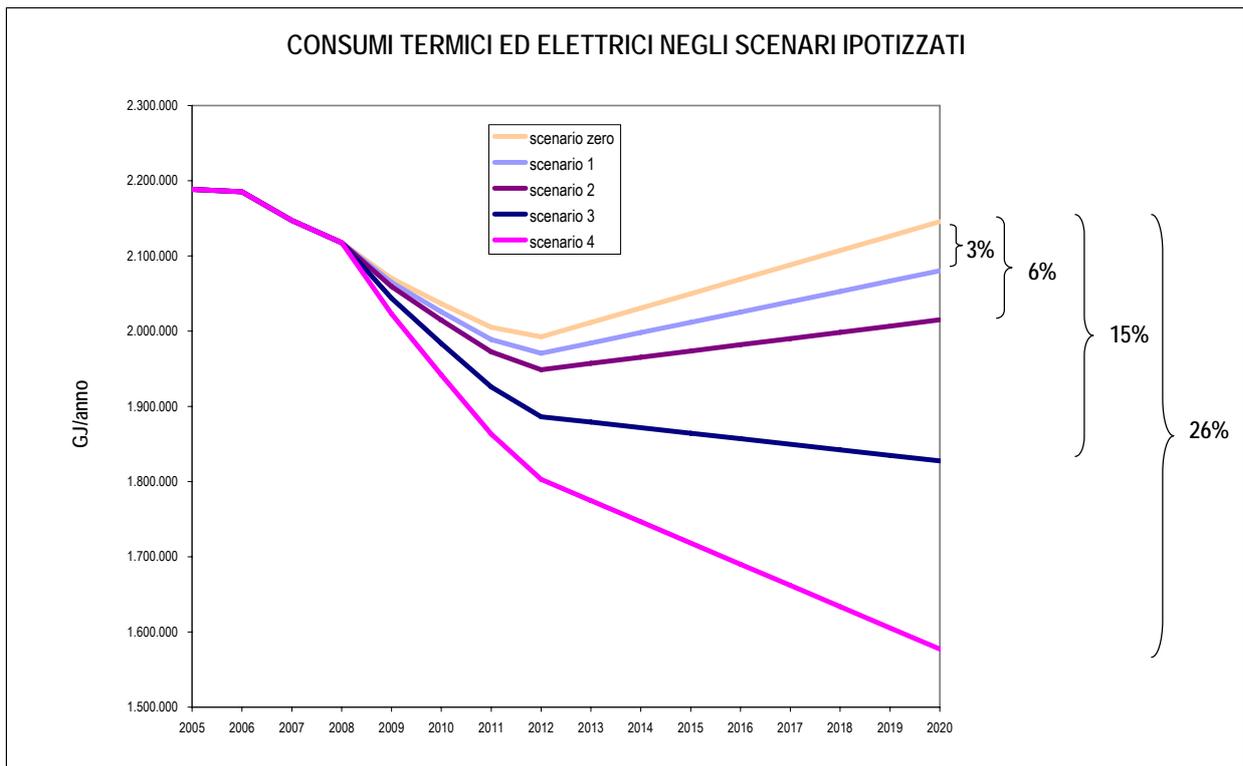


Fig. 4.1 Simulazione degli effetti energetici ed ambientali delle azioni di piano nell'edilizia esistente e futura: confronto tra i 5 scenari

#### 4.1.3 Valutazione del potenziale energetico da fonti rinnovabili solari

La valutazione del potenziale energetico da fonti rinnovabili deve considerare diversi aspetti:

- la valutazione delle superfici disponibili per la collocazione degli elementi captanti (collettori solari, moduli fotovoltaici);
- gli elementi di vincolo alla realizzazione degli impianti;
- la verifica di capienza dell'offerta di energia rispetto alla domanda.

Nella valutazione del potenziale energetico da fonte solare si sono considerati solo gli spazi di coperture disponibili del comparto residenziale. Non si considerano quindi le coperture disponibili su aree industriali o del terziario ma nemmeno gli altri spazi che pure potrebbero essere disponibili. L'approccio nella valutazione del potenziale energetico è quindi cautelativo. Un ulteriore sviluppo di questa analisi si dovrà basare su una valutazione più puntuale degli spazi solarizzabili.

Nella tabella 4.20 viene riportata la stima delle aree potenzialmente disponibili per la collocazione degli elementi captanti.

Superficie lorda coperture al 2020	670.000 m <sup>2</sup>
Superfici coperture prima del 1919	180.000 m <sup>2</sup>
Superfici lorde teoriche utilizzabili	490.000 m <sup>2</sup>
Coefficiente riduttivo che tiene conto dei vincoli dovuti alla disponibilità, orientamento, ecc.	0,20
Superfici lorde utili per collettori solari e celle fotovoltaiche	98.000 m <sup>2</sup>

Tab. 4.20 Valutazione del potenziale teorico di aree disponibili per l'installazione degli elementi captanti

Pur trattandosi di una prima stima si sono volutamente escluse le superfici delle coperture, che in alcuni casi potrebbero invece essere disponibili, degli edifici costruiti prima del 1919 (quindi gran parte del centro storico della città). Non tutta la restante superficie teorica disponibile può essere utilizzata per la collocazione degli elementi captanti. Ci sono infatti problemi di tipologia di superficie (ad esempio i terrazzi già utilizzati) oppure problemi di orientamenti con corretti delle falde o ombreggiature. Considerando un coefficiente riduttivo del 20% la superfici lorde sempre teoriche utilizzabili ammontano a circa 98.000 m<sup>2</sup>.

#### *Solare termico*

Iniziamo a valutare il potenziale di aree per il solare termico. Un elemento che va sicuramente considerato è che questa tecnologia non può essere considerata sostitutiva ma integrativa al teleriscaldamento. Per le utenze allacciate alla rete di teleriscaldamento, infatti, il solare termico non è conveniente visto che le reti devono comunque funzionare anche in estate (la stessa Regione Lombardia nella dgr 5773 del 2007 esonera dall'installazione del solare termico ed al ricorso delle rinnovabili in genere gli edifici collegati ad una rete di teleriscaldamento).

Il solare termico potrebbe essere installato considerando un coefficiente correttivo del 30% (ossia supponendo che almeno il 70% degli edifici non ne abbia bisogno). In questo caso la superficie netta utile sarebbe pari a 29.400 m<sup>2</sup>.

Se la superficie disponibile fosse completamente sfruttata (scenario ideale) la produzione annua di energia termica da solare termico riuscirebbe a coprire circa il 14,4% del fabbisogno energetico per l'acqua calda ad usi sanitari. Lo schema di calcolo è riportato in tab. 4.21.

#### *Solare fotovoltaico*

L'installazione del solare fotovoltaico presenta meno vincoli rispetto al quella del solare termico. Il potenziale viene stimato sfruttando per il solare fotovoltaico la superficie utile teorica residua (la differenza tra la superficie totale e quella utilizzata dal solare termico).

I 68.600 m<sup>2</sup> di fotovoltaico riuscirebbero a produrre una quantità di energia elettrica in grado di coprire circa l'11,9% del fabbisogno. Lo schema di calcolo è riportato in tab. 4.22.

Confrontando le due tabelle si può osservare come a parità di superficie il solare termico sia in grado di fornire una quantità di energia specifica per metro quadro nettamente superiore rispetto a quella fornita dal solare fotovoltaico.

<b>Solare termico</b>		
Riduzione dovuta alla presenza di teleriscaldamento che rende non vantaggioso l'impianto solare		0,30
Superficie netta utile	29.400	m <sup>2</sup>
Producibilità annua	585	kWh/m <sup>2</sup> anno
Producibilità totale	17.199.000	kWh/a
	61.916	GJ/a
Emissioni di gas serra evitate	3.436	t CO <sub>2</sub> eq
Consumo di acqua calda sanitaria stimato al 2005	358.000	GJ/a
Consumo stimato al 2020	431.000	GJ/a
Potenziale massimo di copertura del fabbisogno ACS con solare termico	14,4	%

Tab. 4.21 *Valutazione del potenziale energetico teorico da solare termico a Mantova*

<b>Solare fotovoltaico</b>	
Superficie utile residua	68.600 m <sup>2</sup>
Producibilità energetica (monocristallino) dati CENED con 0,37	338 kWh/m <sup>2</sup> a
Producibilità totale	23.186.800 kWh/a
	83.472 GJ/a
Emissioni di gas serra evitate	4.632 t CO <sub>2</sub> eq
Consumo di energia elettrica al 2020 totale	760.588 GJ/a
Consumo di energia elettrica al 2020 ottimizzato	739.324 GJ/a
Potenziale copertura del fabbisogno solare fotovoltaico sul consumo ottimizzato	11,29 %

Tab. 4.22 *Valutazione del potenziale energetico teorico da solare fotovoltaico a Mantova*

## 4.2 Valutazioni economiche degli interventi

Al fine di poter quantificare la convenienza economica degli interventi contemplati per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare esistente è stato ritenuto utile calcolare i seguenti indicatori economici:

- *l'Indice di Profitto (IP)*. Questo risulta molto utile in un'analisi costi - benefici in quanto consente di avere un confronto diretto tra i benefici e i costi che si potrebbero verificare a seguito di un intervento di efficienza energetica. L'IP è uguale infatti al rapporto tra i benefici attualizzati ed i costi attualizzati come riportato nella seguente formula:

$$IP = \frac{\sum_{j=0}^T \text{Benefici}_{\text{attualizzati}}}{\sum_{j=0}^T \text{Costi}_{\text{attualizzati}}}$$

Se l'IP risulta essere maggiore di uno, il progetto potrebbe essere accettato (in questo caso il termine al numeratore è superiore al denominatore). In caso contrario non avrebbe ragion d'essere. *L'indice di profitto* è un indicatore molto utile per il confronto tra più progetti. Se fosse necessario scegliere, tra più progetti sarebbe opportuno valutare quale, tra i diversi, esprima l'*indice di profitto* più alto.

- *Il Tempo di Ritorno o Pay Back Time (PBT)*. Questo è sicuramente l'indicatore economico più diffuso e di più facile comprensione per i non addetti ai lavori. L'informazione che restituisce è il tempo in cui si riesce ad ammortizzare il proprio investimento, ovvero il numero di anni in cui i benefici eguagliano i costi sostenuti per la sua realizzazione. Per questo potremmo definire il PBT come il più piccolo valore di t (mesi o anni) per il quale risulta che la differenza tra benefici e costi sia uguale a zero.
- *Tasso di Rendimento Interno (IRR)*. Questo indicatore può essere definito come il tasso di rendita di un investimento. Ovviamente maggiore è il IRR e altrettanto sarà la convenienza legata allo specifico investimento. Per valutare se accettare o meno un determinato investimento, potrebbe essere utile confrontare il suo IRR con il tasso di sconto offerto da una banca sul deposito della stessa somma di

danaro. Infatti, se l'IRR dovesse risultare maggiore di quello offerto da una banca, il progetto risulterebbe conveniente. Il Tasso di rendimento interno, alla pari dell'indice di profitto, ha il vantaggio di essere molto utile nel confronto tra progetti differenti. Il suo valore è pari al tasso di sconto  $r$  per cui l'IP risulta essere uguale a 1.

Al fine di poter effettuare la valutazioni economica degli interventi ipotizzati sono state fatte le seguenti considerazioni:

- il costo del materiale isolante per la coibentazione delle pareti verticali esterne è stato considerato pari a 2,20 €/m<sup>2</sup>cm. Inoltre per tenere conto dei costi di manodopera, ponteggi e altro materiale necessario per la posa in opera di un cappotto è stato considerato che il costo dell'isolante è pari al 30% del costo totale;
- il costo del materiale isolante per la coibentazione delle coperture è stato considerato pari a 2,20 €/m<sup>2</sup>cm. Per tenere conto dei costi di manodopera, ponteggi e altro materiale necessario per la posa in opera dello strato coibente è stato considerato che il costo dell'isolante è pari al 70% del costo totale;
- il costo totale dei serramenti sostitutivi (vetro camera basso emissivo con telaio in PVC o legno) è stato considerato pari a 400,00 €/m<sup>2</sup>;
- costo di ciascuna valvola termostatica paria a 70,00 €. È stato ipotizzato inoltre che sia necessaria una valvola termostatica ogni 20 m<sup>2</sup> di superficie considerata;
- costo di lampade fluorescenti di 5 € ciascuna;
- costo del combustibile pari a 0,07 €/kWh;
- tasso di inflazione pari al 2,5 % all'anno;
- aumento delle tariffe energetiche del 3% all'anno;
- ripartizione del 55% di detrazione fiscale previsto dalla legge finanziaria per interventi di efficienza energetica in 3 anni (fatta esclusione per la sostituzione delle lampade per cui tale incentivo non è previsto);
- periodo di valutazione economica dei vari interventi di 25 anni (fatta eccezione per la valutazione economica delle lampade per le quali il tempo di valutazione più corretto è di 10 anni).

I risultati delle valutazioni economiche sono riportati nelle tabelle 4.24 e 4.25, la prima considera che gli interventi di riqualificazione riguardino l'1,2% degli edifici (stima scenario minimo) mentre la seconda considera che gli interventi di riqualificazione riguardino il 2,8% degli edifici (stima scenario massimo).

Tipologia di intervento	Costi [€]	Benefici [€/anno]	Pay Back [anni]	Indice di Profitto	IRR
Coibentazione pareti esterne	1.692.564	105.082	7	2,2	10,4%
Coibentazione coperture	196.718	63.525	2	9,2	44,4%
Sostituzione serramenti	1.387.613	64.717	9	1,8	7,4%
Installazione valvole termostatiche	100.396	34.055	2	9,6	46,4%
Sostituzione lampade a incandescenza	88.621	42.201	2	4,9	46,6%
<b>TOTALE</b>	<b>3.465.912</b>	<b>309.580</b>	<b>5</b>	<b>2,9</b>	<b>14,9%</b>

Tab. 4.24 *Valutazioni economiche degli investimenti (i costi e i benefici si riferiscono a quelli ottenibili ogni anno con una superficie riqualificata pari all'1,2% della superficie esistente nel 2005).*

Tipologia di intervento	Costi [€]	Benefici [€/anno]	Pay Back [anni]	Indice di Profitto	IRR
Coibentazione pareti esterne	3.949.317	245.197	7	2,2	10,4%
Coibentazione coperture	459.011	148.226	2	9,2	44,6%
Sostituzione serramenti	3.237.765	151.008	9	1,8	7,4%
Installazione valvole termostatiche	234.259	79.463	2	9,6	46,4%
Sostituzione lampade a incandescenza	206.784	94.469	2	4,9	46,6%
<b>TOTALE</b>	<b>8.087.136</b>	<b>718.363</b>	<b>5</b>	<b>2,9</b>	<b>14,9%</b>

**Tab. 4.25** *Valutazioni economiche degli investimenti (i costi e i benefici si riferiscono a quelli ottenibili ogni anno con una superficie riqualificata pari al 2,8% della superficie esistente nel 2005).*

Gli indicatori qui calcolati danno in tutti i casi responso positivo circa la convenienza. Interventi come la coibentazione dei sotto tetti o l'installazione di valvole termostatiche sui terminali di emissione, sono caratterizzati dall'aver un Pay Back di circa 2 anni (è un tempo di ritorno davvero molto basso) e un Indice di Profitto di circa 9 (è come dire che nell'arco dei 25 anni considerati i benefici sono circa il 900% dei costi sostenuti!).

Tale risultato positivo è dovuto a vari fattori:

- Il costante aumento delle tariffe energetiche che caratterizzano quest'ultimo periodo e che valorizzerà sempre più l'efficienza energetica;
- Lo stato di fatto del patrimonio esistente che in alcuni casi presenta edifici molto poco prestanti dal punto di vista energetico;
- Gli incentivi previsti dalla legge Finanziaria che riducono notevolmente gli sforzi economici necessari per realizzare interventi finalizzati al risparmio energetico.

### 4.3 Riduzione delle emissioni di gas climalteranti

In una situazione in cui il consumo energetico tendenzialmente sale e nello stesso tempo si verifica un incremento delle volumetrie edificate ipotizzare una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra è quasi una sfida.

L'attuazione delle azioni di piano previste all'interno delle proposte operative del PEC richiede un impegno che trova sicuramente nell'Amministrazione Comunale l'elemento propulsore ma che non può prescindere da un coinvolgimento delle parti interessate esterne all'Amministrazione.

I tre progetti che definiscono il piano operativo del PEC evidenziano chiaramente questo aspetto.

Le tabelle 1.1 e 1.2 hanno evidenziato gli effetti non solo sulla riduzione dei consumi ma anche sull'ambiente delle strategie adottate, presentando alcuni scenari. E' opportuno, a questo punto, elaborare due macro-scenari, uno minimo e uno massimo, che consentano di effettuare una valutazione globale degli effetti sull'ambiente delle scelte adottate.

Tali effetti sono riportati nella tabella 4.26 e, in forma grafica, in figura 4.2.

Macro-scenario minimo		t CO <sub>2</sub> eq risparmiate rispetto al trend attuale	%
Progetto Efficienza Energetica:	scenario 3 (non considerando il progetto Emissioni Zero)	16.416	68%
Solare termico	50% del potenziale	1.718	7%
Solare fotovoltaico	50% del potenziale	2.316	10%
Progetto Emissioni Zero	100%	3.626	15%
<b>Totale</b>		<b>24.076</b>	<b>100,00</b>
Macro-scenario massimo			
Progetto Efficienza Energetica:	scenario 4 (non considerando il progetto Emissioni Zero)	30.298	72
Solare termico	100% del potenziale	3.436	8
Solare fotovoltaico	100% del potenziale	4.632	11
Progetto Emissioni Zero	100%	3.626	9
<b>Totale</b>		<b>41.992</b>	<b>100,00</b>

**Tab. 4.26** *Valutazione degli effetti ambientali del PEC di Mantova sulla base di due scenari previsionali*

Lo scenario massimo comporta una riduzione delle emissioni superiore al 26% rispetto a quelle emesse secondo l'attuale trend. E' da premettere, comunque, che l'analisi in questione riguarda solo il comparto residenziale e quello pubblico che beneficia degli interventi previsti nell'ambito del Progetto Emissioni Zero. Ulteriori benefici si possono ottenere intervenendo nelle azioni che portano ad un incremento dell'efficienza energetica nel settore dell'illuminazione pubblica e in quello dei trasporti. Per questi due settori le azioni sono ancora in fase di definizione e, perciò, non è possibile fare delle previsioni.

Nel Comune di Mantova, come detto più volte, il peso in termini di impatto energetico e dunque ambientale della grande industria è rilevante. Pur essendo auspicabile che in questo comparto saranno portate avanti azioni di ottimizzazione dei cicli di produzione dell'energia non è possibile effettuare delle stime riguardo quelli che potranno essere i benefici ambientali.

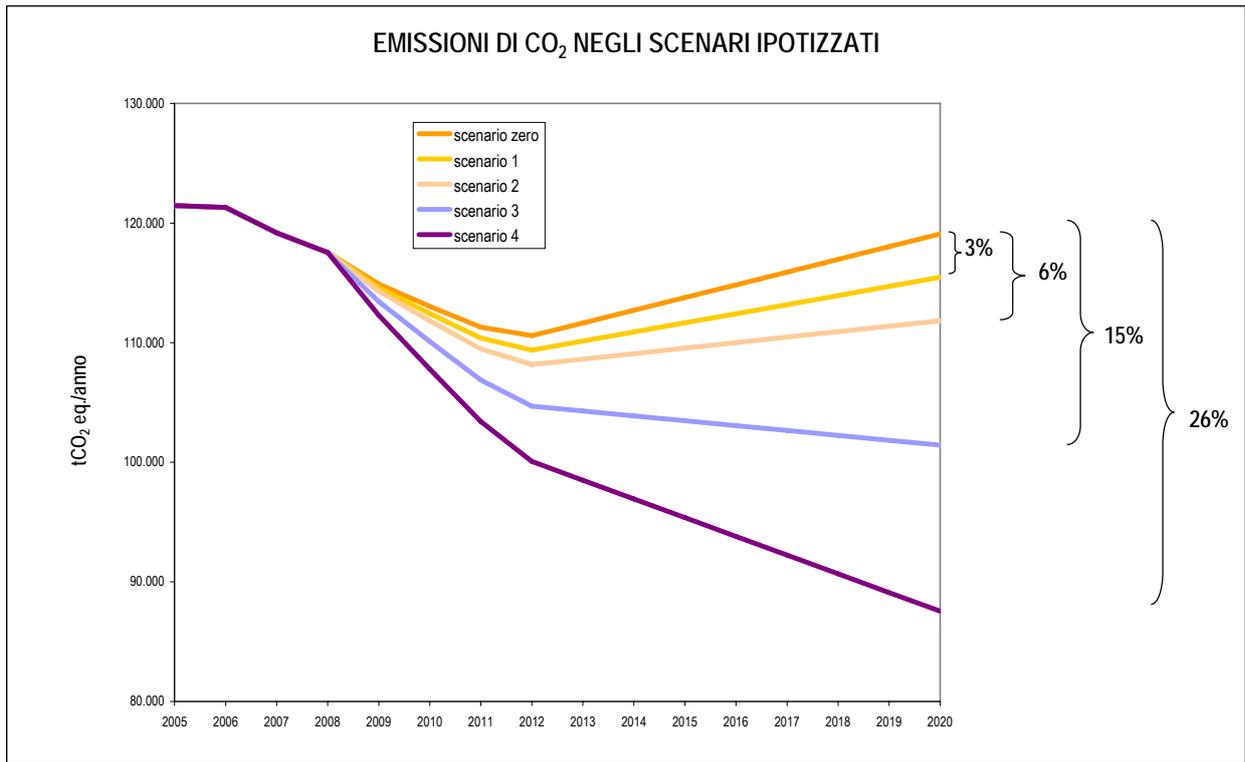


Fig. 4.2 Valutazioni delle riduzioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub> eq)

## 5 Gestione e monitoraggio delle azioni di Piano

### 5.1 Gli indicatori per il monitoraggio

La normativa sulla VAS introduce una fase fondamentale di tutto il processo di gestione di un Piano Energetico Comunale, che permette di verificare l'efficacia e l'efficienza delle opzioni strategiche considerate. Il processo di VAS viene infatti suddiviso in tre momenti specifici:

- valutazione ex ante che procede e accompagna la definizione del Piano di cui è parte integrante;
- valutazione intermedia che prende in considerazione i primi risultati degli interventi;
- valutazione ex post che verifica i risultati rispetto agli obiettivi di piano.

La valutazione intermedia ed ex post è destinata inoltre a illustrare l'impiego delle risorse, l'efficacia e l'efficienza degli interventi e del loro impatto e la coerenza con la valutazione ex ante; essa deve altresì consentire di ricavare degli insegnamenti in materia di coesione economica e sociale. Verte sui successi e gli insuccessi registrati nel corso dell'attuazione, nonché sulle realizzazioni e sui risultati, compresa la loro prevedibile durata.

Per questioni di coerenza e praticità, si ritiene efficace adottare, per il monitoraggio del PEC, gli stessi criteri assunti in sede di PGT.

Nella tabella 4.27 sono riportati gli indicatori che saranno utilizzati per il monitoraggio del PEC:

Il monitoraggio del PEC riguarderà i macroprogetti che saranno individuati (al momento quelli descritti al punto 5). E' sulla base di questa considerazione che sono stati definiti gli indicatori proposti in tabella 1.

Il monitoraggio del PEC sarà effettuato con un'apposita procedura prevista nell'ambito del Piano di Monitoraggio del Sistema di Gestione per la Qualità e l'Ambiente (SGQeA) certificato secondo le norme internazionali ISO 9001/2000 e ISO 14001/2004 del Comune di Mantova. Si precisa che tale procedura sarà definita a seguito del completamento del PEC.

Risorsa	Aspetto ambientale	Settore	Indicatore ambientale (unità di misura)	Fonti	
Cambiamenti climatici ed energia	Consumo di energia	Trasporti	Numero veicoli circolanti su scala comunale (Unità) Ai fini della valutazione dei consumi energetici potranno essere considerati alcuni degli indicatori proposti dal Piano Urbano del Traffico	ACI, Piano Urbano del Traffico	
		Residenziale Privato	Consumi per usi termici (riscaldamento e acqua calda) ripartiti per vettori (teleriscaldamento, gas) (GJ/ abitante anno) (tCO <sub>2</sub> eq/abitante anno) Trasformazioni impianti usi termici da combustibile liquido a gas (abitanti equivalenti serviti)	TEA Sportello Unico	
		Pubblico Comunale	Consumi per usi elettrici espressi in energia primaria con $\eta_{sen.}$ 0,41 (GJ/ abitante anno) (tCO <sub>2</sub> eq/abitante anno)	Indicatore valido solo se disponibili dati ENEL Distribuzione (da verificare)	
			Consumi per usi termici (riscaldamento e acqua calda) ripartiti per vettori (teleriscaldamento, gas, gasolio, altro) (GJ/ m <sup>3</sup> anno) (tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> anno)	TEA, Ufficio Tecnico Comunale	
		Industriale e terziario	Consumi per usi elettrici espressi in energia primaria con rendimento $\eta_{sen.}$ 0,41 (GJ/ m <sup>3</sup> anno) (tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> anno)	TEA, Ufficio Tecnico Comunale	
			Consumi per usi termici (riscaldamento e acqua calda) ripartiti per vettori (teleriscaldamento, gas, gasolio, altro) (GJ/ m <sup>3</sup> anno) (tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> anno)	Indicatore valido solo se disponibili dati da parte delle associazioni di categoria (elaborazione sulla base di stime)	
		Grande industria	Consumi per usi elettrici espressi in energia primaria con $\eta_{sen.}$ 0,41 (GJ/ m <sup>3</sup> anno) (tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> anno)	Dati forniti direttamente dagli Utenti	
			Consumi per usi termici ripartiti per vettori (teleriscaldamento, gas, gasolio, altro) (GJ/ m <sup>3</sup> anno) (tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> anno)		
		Produzione di energia	Industria energetica Infrastrutture (telerisc. e teleraffr.)	Energia prodotta distinta per vettore energetico (GJ/anno)	Dati forniti direttamente dagli Utenti
				Estensione della rete di teleriscaldamento (abitanti equivalenti serviti) Estensione della rete di teleraffrescamento (abitanti equivalenti serviti)	TEA TEA
		Produzione di energia decentrata e fonti rinnovabili	Solare termico	Superficie captante netta installata (m <sup>2</sup> /abitante anno)	Sportello Unico Comunale
			Solare fotovoltaico	Superficie captante netta installata (m <sup>2</sup> /abitante anno) (kWpicco/abitante anno)	
		Efficienza energetica	Pompe di calore	Potenza termica installata (kW/abitante anno) eventualmente suddivisa per tecnologia	
				Mini-cogenerazione	
Impianti a biomassa	Potenza termica installata (kW/abitante anno) eventualmente suddivisa per tecnologia				
Settore civile (privato e pubblico)	Materiali isolanti installati (m <sup>3</sup> /anno)				
	Serramenti sostituiti (m <sup>2</sup> /anno)				
Settore industriale	Generatori di calore sostituiti (N/anno)				
	Certificazioni energetiche pervenute (N/anno)				
		Settore industriale	Materiali isolanti installati (m <sup>3</sup> /anno)		

Tab. 4.27 *Indicatori principali per il monitoraggio del Piano*

## 5.2 La struttura operativa

Il Piano Energetico Comunale di Mantova è stato concepito come uno strumento flessibile, cioè in grado di adattarsi alle evoluzioni tecnologiche ma anche economiche e sociali che avverranno nei prossimi anni. Un elemento di ulteriore complessità è determinato dalla interrelazione tra il PEC e gli altri strumenti di piano (PGT, Piano dei Trasporti, Piano dell'illuminazione, ecc.).

Gli scenari elaborati descritti nel capitolo 4 prevedono uno sviluppo da qui al 2020, un periodo non breve per una tematica come quella energetica.

Il PEC dovrà quindi essere gestito, controllato, verificato e aggiornato sia negli obiettivi che nelle strategie. Non a caso si sono definiti degli indicatori che però devono essere costruiti sulla base di informazioni da raccogliere attraverso le varie fonti.

La gestione del PEC richiede quindi una struttura operativa interna all'Amministrazione comunale, una struttura che deve essere trasversale tra i diversi assessorati ma che allo stesso tempo deve essere in grado di operare con l'esterno mantenendo attiva la partecipazione degli attori che è opportuno siano coinvolti.

La definizione della struttura operativa sarà uno dei prossimi obiettivi del PEC.

ALLEGATO A



MODULO RACCOLTA DATI

Catasto Energetico Informativo del Comune di Mantova

Da compilare a cura del Tecnico Certificatore Abilitato prima della consegna dell'Attestato Energetico per vidimazione

DATI GENERALI

Oggetto dell'intervento: Edificio intero  
 Tipologia edilizia: Casa isolata  
 Tipo di edificio: Edificio pubblico o ad uso pubblico  
 Destinazione d'uso: E.2 Uffici

\*Protocollo A.C.E.: 468475  
 \*Soggetto Certificatore: Franco Rossi  
 \*N° Accreditemento: 4545

Anno di costruzione (formato: aaaa): 1984  
 Anno di ristrutturazione (formato: aaaa):

\*Foglio: 45 \*Particella: 45 \*Subalterno: 45

\*Indirizzo (Via/Piazza, n°): Via Suppa, 6 CAP: 20123

INDICATORI DI FABBISOGNO ENERGETICO CALCOLATI

*Fabbisogno specifico di energia primaria (climatizzazione invernale) - EP <sub>h</sub>	180	kWh/m3anno
*Fabbisogno energetico dell'involucro (climatizzazione invernale) - E <sub>h</sub>	140	kWh/m3anno
*Fabbisogno specifico di energia primaria (Acqua Calda Sanitaria) - EP <sub>w</sub>	45	kWh/m3anno
*Emissioni di gas ad effetto serra in atmosfera - CO <sub>2</sub> eq	37	kg/m3anno

DATI EDIFICIO

\*Superficie netta riscaldata: 200 m<sup>2</sup>  
 \*Superficie lorda riscaldata: 230 m<sup>2</sup>  
 \*Volume netto riscaldato: 600 m<sup>3</sup>

\*Volume lordo riscaldato: 690 m<sup>3</sup>  
 \*Coefficiente di forma [S/V]: 0,6 m<sup>1</sup>

Vettore energetico impianto di riscaldamento: Metano

Vettore energetico impianto acs: Metano

DATI IMPIANTO

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Tipologia impianto: Centralizzato  
 \*Potenza termica nominale al focolare: 20 kW  
 Produzione acqua calda sanitaria: Autonomo

Generatore di calore: Pompa di calore elettrica  
 Regolazione: Singolo ambiente  
 Sistema di contabilizzazione individuale: NO

CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Impianto presente: sì  
 Tipo impianto: Autonomo  
 Volume climatizzato: 100 %

DATI IMPIANTI ALIMENTATI A FONTI RINNOVABILI

Impianto solare termico: Presente  
 Tipologia collettori:  
 Superficie captante: m<sup>2</sup>

Impianto solare fotovoltaico: Non presente  
 Tipologia celle:  
 Superficie captante: m<sup>2</sup>

Data \_\_\_\_\_

Timbro e firma \_\_\_\_\_