



RUE 2014

Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE)

Comune di Faenza

L.R. 24 marzo 2000, n. 20 e s.m.i. - *"Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*

A.2

 RUE_ALLEGATI

IL PIANO REGOLATORE DELL'ENERGIA

Adottato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 30 del 21.07.2014

Approvato con atto di Consiglio dell'Unione della Romagna Faentina n. 11 del 31.03.2015

SINDACO DI FAENZA

Giovanni Malpezzi

ASSESSORE ALLE POLITICHE TERRITORIALI

Matteo Mammini

SINDACO DI CASTEL BOLOGNESE

Daniele Meluzzi

SINDACO DI BRISIGHELLA

Davide Missiroli

PROGETTO

Ennio Nonni

SINDACO DI RIOLO TERME

Alfonso Nicolardi

SINDACO DI CASOLA VALSENO

Nicola Iseppi



UNIONE della
ROMAGNA
FAENTINA

SINDACO DI SOLAROLO

Fabio Anconelli

Alla redazione del Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE) del Comune di Faenza hanno partecipato

Progetto generale

Ennio Nonni

Gruppo di progettazione

Daniele Babalini
Federica Drei
Lucia Marchetti
Devis Sbarzaglia

Sistema Informativo Territoriale

Antonello Impellizzeri

Elaborazioni

Cinzia Neri
Daniele Bernabei

Aspetti normativi

Lucio Angelini
Roberta Darchini

Procedimento

Mauro Benericetti
Tiziana Piancastelli

Aspetti giuridici

Deanna Bellini

Aspetti turistici e statistici

Claudio Facchini
Simonetta Torroni

Aspetti commerciali comunali

Maurizio Marani

Aspetti agronomici e forestali

Luca Catani
Alvaro Pederzoli

Aspetti geologici

Alessandro Poggiali

Sistema insediativo storico

Silvia Laghi
Andrea Gamberini
Stefano Saviotti

Archeologia territoriale

Soprintendenza Archeologica Regione Emilia-Romagna
Chiara Guarnieri
Claudia Tempesta

Aziende a rischio di incidente rilevante

Daniele Bernabei
Massimo Donati

Valutazione ambientale

Università di Bologna - Dipartimento di Architettura
Simona Tondelli (responsabile scientifico)
Elisa Conticelli
Stefania Proli
Stefano Fatone

Condizione Limite per l'Emergenza

Analisi sperimentali condotte in collaborazione con
Dipartimento Protezione Civile e Regione Emilia-Romagna

Vulnerabilità sismica dell'insediamento urbano e scenari di danno

Analisi sperimentali condotte in collaborazione con
Dipartimento Protezione Civile e Regione Emilia-Romagna

Vulnerabilità sismica del centro storico

Università degli Studi di Catania
Caterina Carocci (responsabile scientifico)
Cesare Tocci
Zaira Barone - Pietro Copani

Aspetti energetici

Massimo Alberti
Mattia Baldacci - Michele Balducci
Stefano Collina - Claudio Obrizzi
Pietro Collina - Andrea Montuschi - Christian Fabbi

Promozione artistica

Museo Internazionale delle Ceramiche di Faenza
Claudia Casali

Processo di partecipazione istituzionale

Massimo Bastiani - Virna Venerucci

Processo di partecipazione sociale

Ilaria Nervo

Elaborati del Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE) del Comune di Faenza

Hanno carattere prescrittivo nell'ordine:

Tav. P.1	Schede progetto
Tav. P.2	Norme di Attuazione
Tav. P.3	Progetto - scala 1:5.000 (40 Tavv.)
Tav. P.4	Progetto centro storico - scala 1:2.000 (12 Tavv.)
Tav. P.5	Attività edilizia e procedimenti
Tav. P.6	RIR (Aziende a Rischio di Incidente Rilevante)

Sono elaborati conoscitivi per l'applicazione del RUE:

Tav. C.1	Relazione illustrativa
Tav. C.2	Tavola dei vincoli - scala 1:10.000 (56 Tavv.) e Scheda dei vincoli
Tav. C.3	VALSAT (Comprensiva di "Sintesi non tecnica" e "Valutazione di incidenza")
Allegato A.1	Il piano regolatore della sismicità
Allegato A.2	Il piano regolatore dell'energia
Allegato A.3	Emergenze architettoniche fragili con valore storico
Allegato A.4	Partecipazione istituzionale e sociale

Indice

1. Premessa: urbanistica ed energia	<i>Pag. 1</i>
2. Contesto normativo di riferimento	<i>Pag. 5</i>
3. Il percorso: energia nella pianificazione	<i>Pag. 19</i>
4. Aspetti energetici a Faenza	
4.1 Bilancio energetico generale del Comune di Faenza	<i>Pag. 27</i>
4.1.1 Inventario dei consumi e delle emissioni del Comune di Faenza	
4.1.2 Produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili	
4.1.3 Inventario dei consumi e delle emissioni del comparto edifici	
4.1.4 Produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili del comparto edifici	
4.1.5 Confronto con l'obiettivo europeo di contenimento delle emissioni al 2020	
4.2 Censimento e mappatura energetica degli edifici urbani	<i>Pag. 44</i>
4.2.1 La mappatura energetica: Inquadramento metodologico	
4.2.2 Il censimento ai fini energetici degli edifici del territorio urbano	
4.2.3 La mappatura energetica degli edifici	
4.2.4 Il Fabbisogno energetico e le caratteristiche del parco edilizio faentino	
4.3 Zoning dei consumi energetici urbani	<i>Pag. 80</i>
4.3.1 Definizione dei Bacini Energetici Urbani	
4.3.2 Fabbisogno energetico di Bacini Energetici Urbani	
4.3.3 Consumo energetico di Bacini Energetici Urbani	
4.3.4 Centri di produzione e consumo rilevanti	
4.3.5 Confronto tra il fabbisogno e il consumo energetico dei Bacini Energetici Urbani	
4.4 Approfondimento di dettaglio su un quartiere tipo	<i>Pag. 99</i>
4.4.1 Valutazione quali-quantitativa dello stato di fatto mediante diagnosi energetica	
4.4.2 Definizione delle strategie di intervento di miglioramento energetico	
4.4.3 Definizione degli scenari di miglioramento energetico	
Schede di valutazione degli interventi	
5. Scenari di miglioramento urbano	
5.1 Definizione e valutazione dello Scenario Base	<i>Pag. 127</i>
5.1.1 Definizione dello scenario tendenziale dei consumi energetici	
5.1.2 Analisi demografica ed urbanistica	
5.1.3 Valutazione dei consumi energetici previsti nell'ambito dello scenario tendenziale	

5.2 Definizione e valutazione dello Scenario Migliorato

Pag. 145

5.2.1 Definizione delle azioni o progetti di miglioramento

5.2.2 Valutazione dei consumi energetici previsti nell'ambito dello scenario di miglioramento con azioni

5.2.3 Valutazione dei consumi energetici previsti nell'ambito dello scenario di miglioramento con azioni maggiorate

6. Oltre l'energia: un moderno concetto di sostenibilità

Pag. 160

7. Alcuni numeri per concludere

Pag. 163

Capitolo 1

Premessa: urbanistica ed energia

Il **Piano Regolatore dell'Energia** non costituisce un atto prescrittivo da porre alla base di autorizzazioni o permessi in quanto si pone l'obiettivo di sostanziare gli indirizzi della pianificazione sovraordinata e del Piano Strutturale Comunale in strategie all'interno degli strumenti urbanistici sottordinati.

Quindi è un piano che contempla, in una visione ampia, le questioni energetiche ed urbanistiche al fine di raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla legislazione nazionale.

Il metodo di elaborazione, pur con la specialità del caso, segue il criterio dei piani urbanistici attraverso:

- la conoscenza (*quadro conoscitivo*)
- le strategie (*il progetto*)
- le norme (*disposizioni normative per il RUE*)

Si devono aggiungere, nel caso dell'energia, due ulteriori passaggi, tipici dei sistemi di gestione di tale risorsa; tali passi non sono presenti nel Piano, ma sono impliciti nell'approccio al Piano e sono:

- la verifica degli effetti e delle variazioni temporali (*verifica*)
- la ridefinizioni/rimodulazione delle azioni e/o delle norme (*modifica delle azioni e/o obiettivi*)

Il **Piano Regolatore dell'Energia** è un piano che nella sua compiutezza dà la giusta dimensione del problema del risparmio energetico con decisioni che vanno prese subito per essere poi incisive fra qualche anno, con grande vantaggio per la comunità.

L'importanza del PRG dell'energia riferito al Comune di Faenza consiste nell'elevare la consapevolezza in grado di innescare poi le scelte, al fine di capire quali sono le strategie più efficaci per un approccio economicamente e ambientalmente sostenibile al benessere di una città.

In pratica il Piano generalizza il criterio della simulazione come metodo di lavoro passando dalla conoscenza di una pluralità di strategie, immaginando contestualmente le ricadute economiche e di benessere urbano.

Oggi il tema dell'energia è del tutto assente dalla sfera di attenzione dell'urbanistica se si eccettuano alcuni dettagli (in genere normativi sull'edificio) del tutto trascurabili; con il presente piano si attua un passaggio di scala dal singolo edificio alla città.

La complessità del tema energetico necessita di una visione più ampia di quella derivante dalle leggi specifiche che regolano la materia; in particolare lo stop al consumo di suolo, la densificazione e compattezza urbana, il mix funzionale e l'aumento del verde urbano rappresentano aspetti rilevanti del tema energetico per la riduzione della CO₂ e delle isole di calore.

Si può dire che il contrasto alla dispersione insediativa (*sprawl*) è anch'esso molto efficace, quanto a risparmio energetico, rispetto a produzioni di energia da fonti rinnovabili o altro.

A livello generale, il protocollo di Kyoto, adottato il 10 dicembre del 1997, impegna i Paesi firmatari a limitare le emissioni di CO₂ e altri agenti inquinanti (idrofluorocarburi, per fluorocarburi, esafluoruro di zolfo) attraverso l'adozione di una serie di strategie quali:

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

Le emissioni di CO₂ sono la causa principale, insieme alla deforestazione, del surriscaldamento della crosta terrestre. I notevoli cambiamenti delle temperature profetizzati possono sembrare un piccolo problema, ma il loro impatto sull'ambiente a livello globale potrebbe essere catastrofico per la terra.

L'unione Europea ha stabilito nuovi limiti per le emissioni di anidride carbonica e con il cosiddetto "pacchetto clima energia 20-20-20" ha fissato obiettivi ambiziosi all'orizzonte 2020 per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di gas serra (-20%), l'aumento dell'utilizzo delle energie rinnovabili (+20%) e il livello di efficienza energetica ovvero di riduzione dei consumi energetici (-20%).

Il Piano Energetico Regionale (PER) indica gli obiettivi di risparmio energetico: per quasi un terzo dovranno venire dal settore residenziale e civile, per il 40% dal settore dei trasporti, mentre nell'industria, che ha già avviato processi di innovazione energetica, il risparmio da realizzare è del 25%. Il Piano traccia quindi le linee di intervento, con attenzione alla ricerca applicata, alla promozione di impianti e sistemi ad alta efficienza energetica, all'informazione e all'orientamento dei cittadini, alla formazione dei tecnici e alla riqualificazione del sistema regolamentare, con l'obiettivo generale di protezione del clima e obiettivi specifici di riduzione del consumo di energia, incremento della quota delle energie rinnovabili, riduzione delle emissioni climalteranti, riqualificazione energetica dell'esistente.

Il Piano Strutturale Comunale, approvato dal Consiglio Comunale nel gennaio del 2010, tratta il tema energetico con indirizzi per gli strumenti sottordinati ed in particolare evidenzia:

"Dal dopoguerra, l'urbanistica razionalista ci ha consegnato quartieri con un altissimo consumo di energia. Se nei quartieri nuovi, ad alta efficienza energetica, questi temi saranno affrontati con efficacia, è necessario che, nei dispendiosi quartieri esistenti, inizino politiche di convergenza sulla riduzione dei consumi. Nell'Unione Europea, il 40% del consumo di energia è rappresentato dagli edifici e il consumo energetico degli edifici esistenti è circa il doppio di quelli nuovi.

Prevedere che tutti i nuovi edifici previsti dal Piano Strutturale debbano essere ad alta efficienza energetica è fondamentale, ma non rappresenta una reale e significativa riduzione dei consumi; è quindi necessario, a prescindere dalle leggi di settore, coinvolgere nel ragionamento i quartieri e gli edifici esistenti mediante progetti e strategie per elevarne l'efficienza energetica. In tutti i Comuni ci sono quartieri che non hanno tenuto in alcun conto il tema dell'energia; per questa ragione, nei POC e nel RUE dovranno essere individuate precise regole che, adottando tecniche incentivanti, conducano gradualmente tutto il patrimonio edilizio ad adeguarsi agli obiettivi prestazionali di risparmio energetico e di previsione di fonti rinnovabili qui espressi. Costituisce un obiettivo ambizioso del PSC raggiungere un risparmio energetico di almeno il 30% ed elevare l'utilizzo delle energie rinnovabili ad almeno il 30%; il tutto riducendo e compensando le emissioni di CO₂ in atmosfera. L'obiettivo del 30% può essere raggiunto, per la percentuale eccedente il 20% stabilita dalla Comunità Europea, attraverso tecniche incentivanti. La produzione di energia da fonti rinnovabili quali i pannelli fotovoltaici, l'eolico, e gli impianti geotermici che sfruttano la temperatura del sottosuolo (costante a 14°) non possono sostituire l'importante azione derivante dal risparmio energetico. Oggi le tecniche disponibili, pur ancora con ovvie difficoltà, consentono di realizzare edifici di classe A, con un consumo di 30 kWh/m²anno, ma ci sono esempi di "Passiv-Haus" con consumi di 10 kWh/m²anno; pensiamo che gli edifici esistenti, in media, consumano circa 150-200 kWh/m²anno. Questi esempi virtuosi, che rientrano nel campo delle sperimentazioni, vanno fortemente incentivati e promossi dal Comune per stimolare la ricerca verso nuovi materiali, l'innovazione e la cultura della sostenibilità.

Le conclusioni della Presidenza del Consiglio Europeo espresse nel piano d'azione per la politica dell'UE (2007-2009) confermano la direzione intrapresa nel PSC: "... in questa prospettiva, il Consiglio Europeo sottolinea la necessità di aumentare l'efficienza energetica nell'UE in modo da raggiungere l'obiettivo di risparmio dei consumi energetici dell'UE del 20% rispetto alle proiezioni per il 2020, come stimato dalla Commissione nel suo Libro verde sull'efficienza energetica, e invita gli Stati Membri a far buon uso, a tal fine, dei loro piani d'azione nazionali per efficienza energetica; il Consiglio Europeo riafferma l'impegno a lungo termine della Comunità a promuovere lo sviluppo delle energie rinnovabili in tutta l'Unione successivamente al 2010, sottolinea che ogni tipo di energia rinnovabile, se impegnato in modo efficiente in termini di costi, contribuisce simultaneamente alla sicurezza dell'approvvigionamento, alla competitività e alla sostenibilità, ed è persuaso che sia di capitale importanza dare un chiaro segnale all'industria, agli investitori, agli innovatori e ai ricercatori. Per tali motivi, tenendo conto delle singole specificità quanto a circostanze, livelli di partenza e potenzialità, esso adotta i seguenti obiettivi: un obiettivo vincolante che prevede una quota del 20% di energie rinnovabili nel totale dei consumi energetici dell'UE entro il 2020".

Il tema energetico non può quindi prescindere da un quadro di azioni coerenti che collochino l'argomento specifico in una serie di strategie-obiettivo la cui attuazione (e solo quella) consente di evolvere verso una comunità sostenibile nel senso più generale del termine, quali ad esempio:

- 1. - consumo di suolo agricolo**
- 2. + densità urbana**
- 3. + mix di attività compatibili**
- 4. + densità arborea in città**
- 5. + arte urbana**
- 6. + sicurezza e prevenzione sismica**
- 7. - spreco di energia**
- 8. + opportunità per giovani e imprese**
- 9. - costi di gestione della città**
- 10. + attrattività per i poli funzionali**

Quindi il PRG dell'energia non è il PEC (Piano Energetico Comunale) e neppure il PAES (Piano d'azione per l'Energia Sostenibile) in quanto si pone l'obiettivo di accompagnare con conoscenze puntuali sul funzionamento energetico della città la redazione di strumenti urbanistici complessi che rappresentano gli atti più efficaci per imprimere una direzione sostenibile per il territorio.

Per affrontare un progetto di pianificazione urbana è necessario conoscere quali sono gli ambiti del territorio che consumano di più, quelli che emettono maggiore CO₂, così come lo stato energetico del patrimonio edilizio.

Solo con queste conoscenze si potranno delineare strategie urbanistiche generali e incentivi economici e fiscali puntuali. Questa è la finalità del PRG dell'energia senza il quale il Piano Urbanistico tradizionalmente inteso non riuscirebbe a rispondere alla pressante domanda di sostenibilità.

Capitolo 2

Contesto normativo di riferimento

A partire dagli anni '80, a fronte del progressivo degrado dello stato di salute del pianeta, del crescente inquinamento e della crescita incondizionata dei consumi globali, si è assistito ad una significativa crescita dell'attenzione e della sensibilità sui temi della protezione dell'ambiente e della sostenibilità dello sviluppo economico. Ciò ha portato i governi dei diversi Paesi a intraprendere una via di cambiamento degli strumenti legislativi e delle normative in materia energetica ed ambientale e ad affrontare questi problemi in maniera congiunta.

Numerose "Conferenze", promosse dalle Nazioni Unite, sulle problematiche del clima, dell'ambiente e dell'energia, si sono susseguite in varie parti del mondo, al fine di delineare una politica ambientale **comune e preventiva** ed una regolamentazione giuridica ad essa ispirata. Alla luce dei risultati ottenuti dalle "Conferenze" e degli impegni presi dai paesi partecipanti, sono state promosse a livello europeo, nazionale e regionale una serie di **iniziative legislative** mirate alla riduzione dei consumi energetici e allo sviluppo delle energie da fonti rinnovabili e quindi alla riduzione delle emissioni di CO₂.

Un settore prioritario su cui i legislatori di tutti i livelli di governo sono intervenuti è l'efficienza energetica in edilizia; gli edifici residenziali, terziari e produttivi, infatti, assorbono circa il 40% del consumo totale di energia nell'Unione Europea (36% a livello italiano) e si prevede che tale valore crescerà del 5,4% al 2020¹.

Su questo aspetto si sono mosse con vigore e a più riprese le politiche comunitarie, nazionali e regionali, sia attraverso **interventi di regolamentazione sia attraverso programmi di incentivazione economica**. Agire sulla leva dell'efficienza energetica, infatti, rende maggiormente accessibili gli obiettivi comunitari di riduzione delle emissioni di gas serra e di incremento delle fonti energetiche rinnovabili in quanto permette da un lato di ridurre il denominatore su cui deve essere calcolato la quota obbligatoria di utilizzo di energia rinnovabile e dall'altro di ridurre le emissioni di gas serra legate alla produzione e all'utilizzo di energia.

Per meglio comprendere il complesso tema dell'efficienza energetica in edilizia, viene di seguito proposto una breve analisi del contesto normativo che introduce e regola **l'efficienza energetica degli edifici nella prospettiva europea, nazionale, regionale**.

Nella presente trattazione non vengono invece considerate le normative aventi per oggetto esclusivo la produzione di energia da fonti rinnovabili, né quelle che istituiscono e disciplinano i meccanismi di

¹ Fonte: Energy Efficiency Report – Politecnico di Milano

incentivazione specificatamente dedicati all'efficienza energetica (agevolazioni fiscali e i Titoli di Efficienza energetica TEE).

Efficienza energetica: l'avanguardia italiana

Sulla spinta della crisi energetica verificatasi a metà degli anni '70, il contenimento dei consumi energetici per gli usi termici negli edifici è stato regolamentato per la prima volta in Italia dalla **L. 373 del 30 aprile 1976**² e dai suoi decreti attuativi.

Successivamente la materia è stata riorganizzata e aggiornata con la **L. 10 del 9 gennaio 1991** che dava attuazione al Piano Energetico Nazionale (1988). Quest'ultima, avente per oggetto *“Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”*, nata con il preciso intento di regolamentare l'intero settore termo-tecnico, è stata per molto tempo, anche a livello europeo, uno dei principali punti di riferimento in materia, grazie soprattutto all'avanguardia dei suoi contenuti.

La Legge 10/1991, in particolare, riservava un ruolo assolutamente rilevante al settore dell'edilizia, considerato come un settore che può contribuire in modo sostanziale, attraverso l'uso di accorgimenti durante la realizzazione degli edifici, alla diminuzione del fabbisogno energetico nazionale. A tal proposito, il Titolo II della medesima legge fornisce le norme e i criteri per il contenimento del consumo di energia negli edifici a prescindere dalla loro destinazione (pubblica o privata).

In ragione della sua natura programmatica, la Legge 10/1991 resterà tuttavia per lungo tempo in larga parte inattuata a causa della ritardata emanazione di alcuni dei principali decreti attuativi. In particolare resterà inattuato fino al 2005 il Decreto che, a norma dell'art. 30, doveva specificare le modalità operative per la certificazione energetica degli edifici. Troverà, invece, più celere attuazione, grazie al **D.P.R. 412 del 1993 e al D.P.R. 551 del 1999**, la disciplina della progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.

Efficienza energetica: i riferimenti europei

Oltre dieci anni più tardi dall'emanazione in Italia della L. 10/91 arriva **la prima direttiva europea** concernente il risparmio energetico in edilizia: la ***“Energy Performance Building Directive – EPBD I”*** **2002/91/CE**. In virtù dei principi di sussidiarietà e proporzionalità, la direttiva istituisce a livello comunitario **il quadro degli obiettivi e dei principi in materia di efficienza energetica degli edifici** ed impone (entro gennaio 2006) agli Stati Membri di dotarsi di un apparato legislativo che regoli, in relazione alle esigenze e alle condizioni specifiche di ogni contesto nazionale, le seguenti disposizioni:

² Legge ordinaria del Parlamento n.373 del 1976 recante *“Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici”*.

1. **L'implementazione di un metodo comune di calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici** che tenga conto cioè non solo del risparmio energetico derivante dall'isolamento termico e dall'efficienza degli impianti di riscaldamento, ma anche dei risparmi ottenibili ottimizzando i fattori che influenzano il consumo di energia (*quali l'orientamento dell'edificio e il clima esterno, la ventilazione naturale, i sistemi solari passivi e di protezione solare, l'adozione di fonti energetiche rinnovabili ecc.*).
2. **L'applicazione di requisiti minimi di rendimento energetico agli edifici di nuova costruzione e agli edifici esistenti** di superficie superiore a 1000 m², nei casi in cui vengano sottoposti a ristrutturazione sostanziale;
3. **L'ispezione e la valutazione specifica delle caldaie e degli impianti di riscaldamento e raffreddamento.**
4. **L'introduzione di un attestato di certificazione energetica degli edifici di nuova costruzione ed esistenti** da mettere a disposizione del proprietario, del futuro acquirente o del locatario.

> La strategia europea del "20-20-20"

Nel **marzo del 2007** il Consiglio europeo³ approva la proposta, presentata dalla Commissione⁴, di una **strategia comune europea sull'energia** e i cambiamenti climatici più stringente per il post-Kyoto, ovvero dopo il 2012, che assume l'impegno unilaterale di:

- **ridurre le emissioni dei gas serra di almeno il 20% entro il 2020** rispetto ai livelli del 1990 (poi ridefinito, per mancanza di dati, suggerendo il 2005 – adottato come riferimento dall'UE per l'intero pacchetto energetico), con l'ulteriore obiettivo di ridurre le emissioni fino al 30% nell'ambito di un accordo internazionale con gli altri paesi industrializzati (**obiettivo vincolante**);
- **soddisfare il 20% dei consumi energetici europei**, sul consumo di energia complessivo al **2020**, con **energia da fonti rinnovabili (obiettivo vincolante)**;
- **ridurre i consumi energetici della UE del 20%, rispetto alle proiezioni del 2020, aumentando l'efficienza energetica (obiettivo politico non vincolante)**⁵.

Dopo questa dichiarazione di intenti, nel **dicembre del 2008** viene approvato il cosiddetto **"Pacchetto Clima ed Energia"**, che istituisce sei nuovi strumenti legislativi europei volti a tradurre in pratica gli obiettivi europei al 2020⁶. In particolare, con la **Decisione 406/2009/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio

³ Consiglio dell'Unione Europea, Conclusioni della presidenza, 8 e 9 marzo 2007 (7224/1/07).

⁴ COM(2007) 1 definitivo

⁵ **Obiettivi nazionali vincolanti in termini di risparmio energetico** sono stati adottati dalla Direttiva **2006/32/CE** "concernente l'efficienza energetica degli usi finali dell'energia e i servizi energetici", pari al -9% entro il nono anno di applicazione della Direttiva stessa (2016). A tal fine ogni stato membro è tenuto a predisporre e presentare alla Commissione dei Piani di Azione in materia di Efficienza Energetica (PAEE) per gli anni 2007, 2011 e 2014.

⁶ Il **"pacchetto clima energia"** comprende: la **Direttiva 2009/28/CE** sulla promozione dell'uso dell'energia proveniente da fonti rinnovabili che, in particolare, istituisce obiettivi nazionali vincolanti riguardanti l'aumento della percentuale di fonti rinnovabili nel mix energetico nazionale (per l'Italia il 17%), la **Direttiva 2009/29/CE** Emission Trading Scheme – ETS che rivede il sistema UE di scambio delle quote di emissione (ETS), la **Direttiva 2009/30/CE** che detta specifiche sulla qualità dei carburanti, la **Direttiva 2009/31/CE** Carbon Capture and Storage – CCS che istituisce un quadro giuridico finalizzato a garantire un utilizzo sicuro ed ambientalmente compatibile delle tecnologie di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica (CCS), la **Direttiva 2009/125/CE** Energy related Products – ErP che detta specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia, la **Decisione 2009/406/CE** "Effort Sharing" che istituisce un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra

“Concernente gli sforzi degli Stati Membri per ridurre le emissioni dei gas a effetto serra al fine di adempiere agli impegni della Comunità in materia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020”, fermo restando gli impegni comunitari in materia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020, vengono fissati precisi **obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni** rispetto ai livelli del 2005 nei settori non coperti dalla Direttiva ETS⁷ (quali **trasporti, edifici, agricoltura e rifiuti**) da conseguire nel periodo 2013 – 2020. L’obiettivo, diversificato da stato a stato, è ripartito in modo **vincolante** tra gli Stati membri e, **per l’Italia, corrisponde al -13%**.

Nonostante la natura non vincolante del terzo obiettivo nella strategia europea “20-20-20 al 2020”, **l’efficienza energetica** dei principali settori di consumo (edilizia, prodotti, servizi, industria non ETS) gioca un ruolo chiave nella politica energetica europea in quando *“è, per l’UE, il modo più immediato ed efficace rispetto ai costi di affrontare le principali sfide energetiche in materia di sostenibilità ambientale, sicurezza degli approvvigionamenti e competitività”⁸*, ritenuta, come ribadito nella comunicazione “Energia 2020”⁹, *“la maggior risorsa energetica d’Europa”*, strutturalmente indispensabile per il conseguimento degli obiettivi vincolanti in materia di emissioni clima alteranti ed energia da fonti rinnovabili.

Per conseguire l’obiettivo generale di efficienza energetica al 2020, l’UE lancia l’iniziativa del “Patto dei Sindaci” (*Covenant of Mayors*)¹⁰ e pubblica nuove proposte legislative e pianificatorie in materia di efficienza energetica concernenti gli edifici e i prodotti ad elevato consumo di energia.

Nel settore edilizio, in particolare, la Direttiva EPBD I 2002/91/CE viene riformulata quasi interamente nella “Energy Performance Building Directive – EPBD II” 2010/31/CE.

La nuova Direttiva origina dalle richieste formulate nella risoluzione del 31 gennaio 2008 del Parlamento europeo, il quale ha invitato a rafforzare le disposizioni della Direttiva EPBD I e in varie occasioni, da ultimo nella risoluzione del 3 febbraio 2009 sul secondo riesame strategico della politica energetica, ha chiesto di **rendere vincolante l’obiettivo di migliorare l’efficienza energetica del 20% entro il 2020** stabilito dal Consiglio europeo nel marzo 2007.

I principi chiave della **EPBD II** sono sostanzialmente i medesimi della Direttiva 2002/91/CE, ma con le seguenti disposizioni integrative:

1. **“Edifici a energia quasi zero”**. La direttiva stabilisce che gli stati membri provvedano affinché, a partire dal gennaio 2021, tutti gli edifici di nuova costruzione siano *“Net Zero Energy Building”* e definiscano

nei settori non rientranti nel sistema comunitario di scambio delle quote di emissione (trasporti, edilizia, agricoltura e rifiuti) e il **Regolamento 2009/443/CE** che definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni delle nuove autovetture.

⁷ **Direttiva 2009/29/CE “Emission Trading Schemes– ETS”** che regola in forma armonizzata tra tutti gli Stati membri le emissioni nei settori energivori, che pesano per circa il 40% delle emissioni europee, stabilendo un obiettivo di riduzione complessivo per tutti gli impianti vincolati dalla normativa del -21% al 2020 sui livelli del 2005.

⁸ **COM(2008) 772**

⁹ **COM(2010) 639**

¹⁰ Il **Patto dei Sindaci** è un’iniziativa lanciata dalla Commissione Europea nel gennaio 2008 con lo scopo di coinvolgere attivamente le città europee, e quindi le comunità locali, nella strategia europea al 2020 su energia e clima attraverso la redazione e attuazione di un Piano d’azione per l’energia sostenibile.

politiche e misure finalizzate ad incentivare la trasformazione degli edifici ristrutturati in edifici a energia quasi zero. Gli stessi obiettivi, ma a partire dal gennaio 2019, vengono applicati per i nuovi edifici pubblici. La EPBD II invita inoltre gli stati membri ad individuare obiettivi intermedi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione entro 2015 in preparazione ai "Net Zero Energy Building";

2. **L'applicazione di requisiti minimi di rendimento energetico agli edifici esistenti** oggetto di ristrutturazione importante¹¹ **indipendentemente dalla superficie**, nonché l'applicazione di requisiti minimi di rendimento energetico **per gli elementi edilizi**, destinati ad essere sostituiti o migliorati, che hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro edilizio;
3. **L'applicazione di requisiti minimi di rendimento energetico anche per i sistemi tecnici per l'edilizia** (quali l'impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria, l'impianto di condizionamento e di ventilazione);
4. **La valutazione preventiva, per gli edifici di nuova costruzione, della fattibilità tecnica ed economica di sistemi di fornitura energetica alternativi ad alta efficienza** quali sistemi decentrati basati su fonti rinnovabili, cogenerazione, teleriscaldamento e teleraffrescamento, pompe di calore, indipendentemente dalla superficie dell'intervento.

Il recente dettato normativo, unito a quello del 2002, appare estremamente chiaro nel definire un **percorso per l'efficienza energetica al 2020** così delineato:

- l'implementazione di una metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici che tenga conto sia del sistema edificio-impianti sia di tutti quei fattori, anche progettuali, quali l'orientamento, la ventilazione naturale, l'illuminazione naturale, il clima interno (ecc.) che influenzano il consumo di energia.
- la progressiva introduzione di "obblighi" di incremento delle prestazioni energetiche degli edifici nuovi o esistenti connessi ai progressi tecnologici nel settore edilizio e la realizzazione di nuovi modelli insediativi sempre più improntati su principi di efficienza energetica e di eco-compatibilità;
- la presenza di un sistema di monitoraggio pressoché continuo delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio esistente e di nuova realizzazione mediante l'ispezione periodica degli impianti termici, ma soprattutto mediante l'obbligo di rilascio dell'attestato di prestazione energetica ad ogni passaggio della vita dell'edificio (costruzione, vendita o locazione).
- lo sviluppo di una coscienza dell'efficienza energetica come componente del valore dell'immobile.

¹¹ Ai sensi della Direttiva 2010/31/CE, per "Ristrutturazione importante" si intende la ristrutturazione di un edificio il cui costo complessivo supera il 25% del valore dell'edificio (escluso il valore del terreno sul quale questo è situato) oppure quando la ristrutturazione riguarda più del 25% della superficie dell'involucro edilizio.

La nuova Direttiva EPBD II è entrata in vigore per tutti gli Stati membri nel **luglio 2010** e prevede da parte degli stessi un recepimento programmato in tappe differenziate relativamente a specifiche disposizioni, a partire dal luglio 2012 fino alla sua completa applicazione prevista per il luglio 2013.

Con la Comunicazione della Commissione Europea (**COM**)2011 n.109 viene approvato il **Piano di Efficienza energetica 2011 che individua obiettivi in materia di efficienza energetica al 2020 senza tuttavia introdurre alcun obiettivo nazionale vincolante**. Per la fissazione di obiettivi nazionali vincolanti la Commissione propone un approccio in due fasi. Nella prima fase gli Stati Membri fissano obiettivi e realizzano programmi nazionali di efficienza energetica. Nel 2013 la Commissione valuterà i risultati ottenibili e stabilirà se i programmi, considerati complessivamente, realizzeranno l'obiettivo generale dall'UE (-20%). Qualora il riesame indicherà scarse probabilità di realizzare l'obiettivo UE, la Commissione **proporrà obiettivi nazionali giuridicamente vincolanti per il 2020**¹².

In attuazione al Piano di Efficienza energetica 2011, è stata infine pubblicata la **Direttiva 2012/27/UE** sull'efficienza energetica che dovrà essere recepita dagli Stati membri entro il giugno 2014. Con la nuova Direttiva 2012/27/UE viene chiesto agli Stati membri di risparmiare energia fissando **obiettivi nazionali indicativi di efficienza energetica** (art.3).

Tra le novità di questa direttiva, di particolare rilievo sono le misure richieste riguardo alla riqualificazione degli edifici. In particolare ciascun Stato membro avrà l'obbligo di:

1. prevedere *"una strategia a lungo termine per mobilitare investimenti nella ristrutturazione del parco nazionale di edifici residenziali e commerciali, sia pubblici che privati"* (art.4);
2. garantire che ogni anno dal 1 gennaio 2014 il 3% della superficie utile coperta degli edifici occupati o di proprietà di enti statali sia ristrutturata e reso energeticamente efficiente¹³ (art. 5);
3. garantire che le grandi imprese siano soggette ogni quattro anni ad audit energetici svolti in maniera indipendente da esperti accreditati (art.8);
4. prevedere specifici programmi per incoraggiare le piccole medie imprese a sottoporsi ad audit energetici e favorire la successiva attuazione delle "raccomandazioni" risultanti da tali audit (art.8);
5. prevedere piani di sensibilizzazione delle famiglie riguardo ai benefici derivanti dalla realizzazione di audit energetici realizzati mediante servizi di consulenza adeguati (art.8);

¹² Tra le principali misure introdotte dal **Piano di Efficienza energetica 2011** si ricordano inoltre:

- l'obbligo per le **Pubbliche Amministrazioni** di riqualificare energeticamente ogni anno il **3% del proprio patrimonio pubblico** e l'obbligo di orientare gli appalti pubblici verso apparecchiature, veicoli, edifici e servizi efficienti sotto il profilo energetico;
- l'obbligo per gli Stati Membri di adottare sistemi di incentivazione per gli edifici del settore privato e di sostenere, ampliando l'accesso al finanziamento, l'attività delle ESCO – *Energy Service Company*;
- ove la domanda sia sufficiente, l'obbligo di adottare sistemi di fornitura energetica alternativi ad alta efficienza energetica (quali la cogenerazione, il teleriscaldamento e il teleraffreddamento);

¹³ Tale norma si applicherà agli edifici con superficie utile totale superiore ai 550 m² e, dal luglio del 2015, a quelli con una superficie di 250 m².

6. prevedere piani di risparmio per le imprese energetiche di pubblica utilità, le quali saranno tenute a rispettare, nel periodo 2014-2020, un obiettivo annuale di risparmio energetico equivalente almeno all'1,5% del totale dell'energia venduta ai consumatori finali (art.7)

Nel quadro seguente sono riportati i principali provvedimenti che, a livello comunitario, introducono e regolano l'efficienza energetica ed in particolare l'efficienza energetica del settore edifici.

Normativa comunitaria

- **Direttiva 2012/27/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 *"Efficienza energetica - modifica delle direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abrogazione delle direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE"*
- **Comunicazione** della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni dell'8 marzo 2011 *"Piano di efficienza energetica 2011"*
- **Direttiva 2010/31/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 *"Prestazione energetica nell'edilizia"*
- **Comunicazione** della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo del 10 gennaio 2007 *"Una politica energetica per l'Europa"*;
- **Comunicazione** della Commissione del 19 ottobre 2006 *"Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità"*
- **Direttiva 2006/32/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 *"Efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della Direttiva 93/76/CEE"*
- **Direttiva 2002/91/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 *"Rendimento energetico nell'edilizia"*
- **Direttiva 93/76/CEE** del Consiglio del 13 settembre 1993 *"intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE)"*.

Efficienza energetica: il recepimento italiano

In recepimento della sopracitata Direttiva Comunitaria **EPBD I 2002/91/CE**, viene emanato il **D.Lgs n. 192 del 19 agosto 2005** avente per oggetto *"Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"*, successivamente modificato dall'emanazione di **numerosi provvedimenti correttivi e attuativi** quali: il **D.Lgs. n. 311 del 29 dicembre 2006** (*"Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 19 Agosto 2005, n.192"*) e, quattro anni più tardi, il **DPR .n.59 del 2 aprile 2009** (*"Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) e del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia"*), il **D.M. 26 giugno 2009** *"Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"* e parzialmente dal **D.Lgs n. 28 del 3 marzo 2011** *"Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili"* - art.13 *"Certificazione energetica degli edifici"* - per quanto attiene la re-introduzione dell'obbligo di allegazione dell'attestato di certificazione energetica (ACE) agli atti di compravendita o locazione di un immobile in ottemperanza alle disposizioni comunitarie (commi 3 e 4 art. 6 del D.Lgs 192/2005 abrogati per effetto del D.Lgs 112/2008¹⁴).

¹⁴ Ai sensi del D.Lgs 192/2005 (art.6) e s.m.e.i, la certificazione energetica è obbligatoria per le nuove costruzioni, per gli edifici di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati che siano stati oggetto di ristrutturazione integrale, per gli edifici (o singole unità immobiliari) oggetto di interventi di miglioramento energetici per i quali si sia usufruito o si intenda usufruire di incentivi e/o agevolazioni fiscali e, in via progressiva, nel caso di trasferimento a titolo oneroso e locazione di interi immobili o singole unità immobiliari.

Il grafico di figura 1 raffigura il quadro di evoluzione temporale della normativa italiana sul risparmio energetico degli edifici in rapporto all'evoluzione del quadro normativo europeo, lo scenario di attuazione atteso ai sensi dei provvedimenti emanati, il raffronto con quanto in concreto realizzatosi.

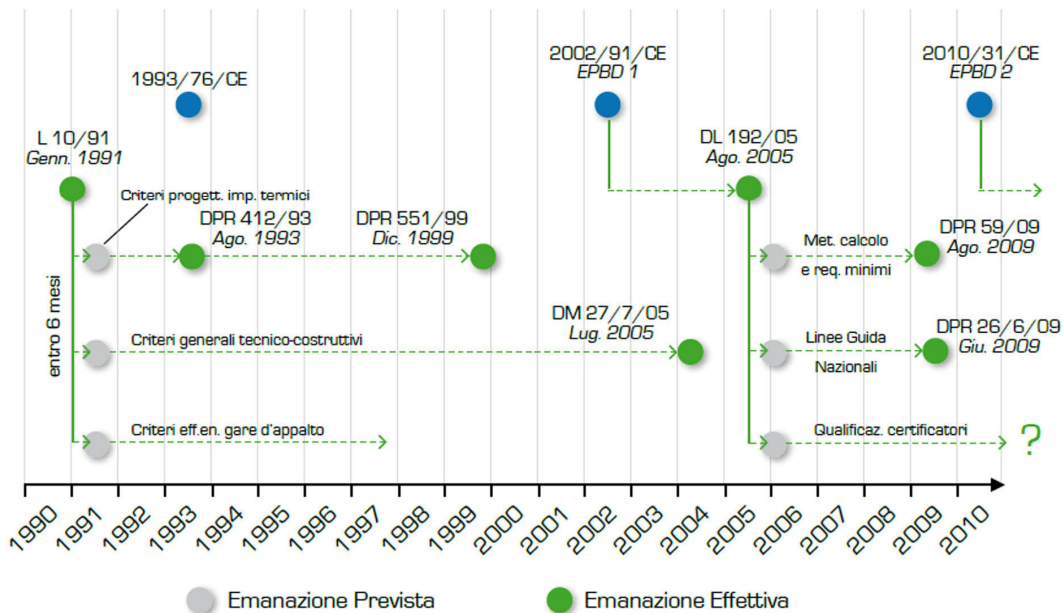


Figura 1: Quadro temporale della normativa italiana sulla riduzione dei consumi degli edifici – fonte Energy Efficiency Report 2011

Come si evince dal diagramma di Figura 1, nel recepimento della 2002/91/CE i ritardi e le mancanze non sono mancati, soprattutto nell'emanazione dei decreti attuativi e quindi nel "mettere in pratica" tutti i principi che rendono la normativa effettivamente incisiva nel produrre gli effetti di contenimento attesi, così come non sono mancati i richiami e le procedure di infrazione UE nei confronti dell'Italia per incompleta trasposizione della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia. Basti pensare che la certificazione energetica degli edifici, introdotta in Italia come principio sin dalla L.10/91 e resa obbligatoria dal D.Lgs 192/2005 e s.m.e.i., è rimasta sostanzialmente inattuata fino l'emanazione delle Linee Guida Nazionali (D.M. 26 giugno 2009).

Rimane ad oggi non definito il terzo provvedimento attuativo previsto dall'art. 4 del D.Lgs 192/2005 concernente il regolamento sui requisiti professionali e criteri di accreditamento dei soggetti certificatori, mentre è ancora in discussione in Parlamento il Disegno di Legge "Comunitaria 2011" di recepimento della

In materia di certificazione energetica è successivamente intervenuto il D.L 25 giugno 2008, n. 112, recante "Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria", che all'articolo 35 comma 2-bis ha disposto l'abrogazione dei commi 3 e 4 dell'art.6 e dei commi 8 e 9 dell'art.15 del D.Lgs. 192/2005, ovvero quelli che prevedevano l'obbligo di allegazione dell'Attestato di Certificazione Energetica agli atti di trasferimento a titolo oneroso e la messa a disposizione del medesimo nel caso di locazione e le rispettive sanzioni di nullità contrattuale, decisione successivamente oggetto di una formale procedura di messa in mora da parte dell'Unione Europea. Tale obbligo fu re-introdotto solo con il D.Lgs n.28/2011 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili"

Direttiva 2010/31/CE “EPBD II – Edifici a Energia quasi zero” che andrà ad integrare e modificare il D.Lgs 192/2005 e s.m.e.i.

Nel quadro seguente sono riportati i principali provvedimenti che, a livello nazionale, introducono e regolano l’efficienza energetica ed in particolare l’efficienza energetica del settore edifici.

Normativa nazionale

- **D.Lgs. 03/03/2011 n. 28** “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”
- **PAEE 2011** “Piano d’Azione Italiano per l’Efficienza Energetica 2011” Luglio 2011
- **DM 26/06/2009** “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”
- **DPR 02/04/2009 n. 59** “Regolamento di attuazione dell'art. 4, c. 1, lett. a) e b), del d. lgs. 192/2005, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”
- **D.Lgs 30/05/2008 n. 115** “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici”
- **PAEE 2007** “Piano d’Azione Italiano per l’Efficienza Energetica 2007” Luglio 2007
- **D.Lgs. 29/12/2006 n.311** “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”
- **L. 27/12/2006, n. 296** “Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2007)”
- **D.Lgs. 19/08/2005 n 192** “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”
- **DPR 26/08/1993 n. 412** “Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, c. 4, l. 10/1991”
- **L. 09/01/1991 n. 10** “Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”

Efficienza energetica: il recepimento regionale

Nell’ultimo decennio si è andato imponendo un sistema dello stato di tipo federale e questo ha portato alla definizione di **materie a legislazione concorrente** nelle quali la norma di prima applicazione non è quella nazionale, ma (se presente) quella **regionale**. Ai sensi dell’art. 117, comma 3, della Costituzione, in materia di energia, o più precisamente di “*produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell’energia*”, nel rispetto dei principi stabiliti dalle disposizioni nazionali, **la competenza legislativa spetta alle Regioni** ed, in particolare, le Regioni provvedono “*all’attuazione e all’esecuzione degli atti dell’Unione Europea*”.

Con la Legge Regionale **n. 26/2004** recante “*Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia*”, ed in particolare con l’art. 25 “*Attuazione della direttiva 2002/91/CE*”, la Regione Emilia-Romagna ha individuato i criteri mediante i quali applicare le proprie prerogative istituzionali disciplinando la materia del rendimento energetico degli edifici attraverso il diretto recepimento delle Direttive Comunitarie in materia. In attuazione della LR 26/2004 e del Piano Energetico Regionale (PER 2007), la **Regione Emilia Romagna, con la Deliberazione dell’Assemblea Legislativa (DAL) 156/2008** del 4 marzo 2008 concernente l’*“Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici”*, è tra le prime regioni in Italia ad aver dato piena e concreta attuazione alla **Direttiva Comunitaria 2002/91/CE** (relativa al rendimento energetico in edilizia) e alla **Direttiva Comunitaria 2006/32/CE** (concernente l’efficienza

energetica degli usi finali dell'energia e i servizi energetici), dotandosi di un proprio apparato normativo che definisce sia i requisiti di rendimento energetico degli edifici e degli impianti (anticipando al 2008 i parametri prestazionali previsti per il 2010 dalla norma nazionale), sia la certificazione energetica degli edifici.

Successivamente, la DAL 156/2008 è stata modificata da una serie di Delibere di Giunta Regionale che hanno completato e reso operativo il quadro normativo per la certificazione energetica degli edifici (**DGR 1050/2008 e 1362/2010**). Con la **DGR 1366/2011**, inoltre, l'Emilia Romagna è stata la prima regione ad aver recepito nella propria disciplina le disposizioni del D.Lgs 28/2011¹⁵ in materia di integrazione di impianti ad energia rinnovabile negli edifici. La DAL 156/08, aggiornata dalle novità contenute nel "decreto rinnovabili", è pertanto **l'unico riferimento legislativo da rispettare in Regione Emilia Romagna in materia di rendimento energetico degli edifici e degli impianti.**

> Per approfondire: I principali contenuti della DAL 156/2008 e s.m.e.i

In conformità ai principi del D.Lgs 192/2005, come emendato dal D.Lgs 311/2006, la Delibera dell'Assemblea Legislativa (DAL) 156/2008 della Regione Emilia Romagna disciplina:

- l'applicazione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli impianti in essi installati al fine di ridurre i consumi energetici per la climatizzazione invernale;
- le metodologie per la valutazione della prestazione energetica degli edifici e degli impianti in essi installati;
- l'applicazione dei requisiti e dei sistemi per il contenimento dei consumi energetici in regime estivo;
- l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili o assimilate;
- il rilascio dell'attestato di certificazione energetica degli edifici;
- il sistema di accreditamento degli operatori preposti alla certificazione energetica degli edifici;
- l'esercizio e la manutenzione degli edifici e degli impianti termici;
- la costituzione di un sistema informativo regionale per il monitoraggio dell'efficienza energetica degli edifici e degli impianti;
- le misure di sostegno e di promozione regionali finalizzate all'incremento dell'efficienza energetica ed alla riduzione delle emissioni climalteranti.

Secondo quanto disciplinato dalla DAL 156/2008, i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli impianti trovano un'applicazione differenziata in funzione della tipologia di intervento, ed in particolare:

- a) un'applicazione **integrale** nel caso di edifici di nuova costruzione ed impianti in essi installati, nel caso di demolizione totale e ricostruzione degli edifici esistenti, interventi di ristrutturazione integrale di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1.000 metri quadrati,
- b) una **applicazione integrale ma limitata** al solo ampliamento dell'edificio, nel caso che il volume a temperatura controllata della nuova porzione di edificio risulti superiore al 20% di quello dell'edificio esistente e comunque in tutti i casi in cui l'ampliamento sia superiore agli 80 metri quadrati,
- c) una **applicazione limitata** al rispetto di specifici parametri, livelli prestazionali e prescrizioni, nel caso di interventi su edifici esistenti non ricadenti nelle tipologie di cui alle lettere a) e b) precedenti, quali:

¹⁵ "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili"

- ampliamenti volumetrici, sempre che il volume a temperatura controllata della nuova porzione dell'edificio non risulti superiore al 20% di quello esistente e comunque in tutti i casi in cui l'ampliamento sia inferiore agli 80 metri quadrati;
- ristrutturazione totale o parziale di edifici esistenti di superficie utile non superiore a 1.000 metri quadrati;
- manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio;
- recupero di sottotetti per finalità d'uso;
- nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici in edifici esistenti;
- sostituzione di generatori di calore.

I requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli impianti sono altresì differenziati in funzione della tipologia d'uso degli edifici (edifici ad uso abitativo, uffici, alberghi, edifici adibiti ad attività industriali e artigianali, sportive, socio-sanitarie, ecc.) in relazione alle caratteristiche climatiche dell'area di insediamento rappresentate dal coefficiente Gradi Giorno (GG) e al "rapporto di forma" S/V dell'edificio (dato dal rapporto tra la superficie disperdente esposta all'esterno e il volume lordo riscaldato).

Al termine degli interventi succitati deve essere redatto l'Attestato di Qualificazione Energetica dell'edificio di cui agli artt. 20 e 21 della LR 31/2002 "Disciplina generale dell'edilizia". Le modalità di realizzazione dell'attestato sono disciplinate dall'Allegato 5 della DAL 156/2008 e s.m.e.i. In particolare, l'Attestato di Qualificazione Energetica:

- attesta la conformità delle opere realizzate al progetto, nel rispetto dei valori limite fissati dalla normativa regionali;
- attesta la prestazione energetica complessiva o parziale del sistema edificio/impianto;
- indica i possibili interventi migliorativi in un bilancio costi/benefici.

Tutti gli interventi devono inoltre essere dotati di un Attestato di Certificazione Energetica (ACE) rilasciato da un soggetto accreditato. L'ACE è altresì obbligatorio nel caso di trasferimenti a titolo oneroso dell'intero immobile o delle singole unità immobiliari e nel caso di singole unità immobiliari soggette a locazione. L'ACE è inoltre necessario per accedere agli incentivi e alle agevolazioni di qualsiasi natura finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche delle unità immobiliari, degli edifici e degli impianti.

> L'efficienza energetica e la pianificazione urbanistica in Emilia Romagna

Nell'ultimo decennio, l'azione legislativa della Regione Emilia Romagna ha promosso un'integrazione delle politiche energetiche negli strumenti di pianificazione del territorio disciplinati dalla Legge urbanistica Regionale n.20/2000 (*Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio*) e s.m.e.i. Ai sensi dell'art.2 (*Funzioni e obiettivi della pianificazione*), lettera f-bis, così come modificato dalla L.R. 6/2009¹⁶, la pianificazione territoriale ed urbanistica "promuove l'efficienza energetica e l'utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili, allo scopo di contribuire alla protezione dell'ambiente e allo sviluppo sostenibile". L'art. 7-ter (*Misure urbanistiche per incentivare la qualificazione del patrimonio edilizio esistente*) della sopracitata LR 20/2000 ha poi rafforzato gli indirizzi della pianificazione locale verso la **qualificazione e il recupero funzionale del patrimonio edilizio esistente** prevedendo la concessione di incentivi volumetrici ed altre forme di premialità progressive per la realizzazione di obiettivi di interesse pubblico, tra i quali il miglioramento **dell'efficienza energetica degli edifici**. Tali incentivi possono essere stabiliti dal Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) di ciascun Comune in misura progressiva, qualora l'intervento realizzi livelli prestazionali superiori allo standard minimo previsto dalla normativa regionale vigente.

¹⁶ Governo e riqualificazione solidale del territorio

Con la L.R. 26/2004 "*Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia*", la Regione Emilia Romagna ha indicato i principi e gli obiettivi della politica energetica regionale e inquadrato la programmazione energetica territoriale nei livelli regionale, provinciale e comunale. In particolare, attribuisce alla Regione l'approvazione e l'attuazione del Piano Energetico Regionale PER (per la Regione Emilia Romagna, approvato con DGR n.6/2007), alle Province la funzioni di approvazione e attuazione del Piano di azione per l'energia e lo sviluppo sostenibile (per la Provincia di Ravenna, approvato con DCP n.21/2011) e agli enti locali la predisposizione e attuazione di piani e progetti per la qualificazione energetica dei sistemi urbani e l'adeguamento degli strumenti di pianificazione urbanistica e regolamentari comunali agli obiettivi di risparmio dalla stessa fissati (Art.1).

Ai sensi dell'art.5, comma 4, della L.R. 26/2004, inoltre i comuni provvedono affinché "*per gli interventi di nuova urbanizzazione di superficie utile totale superiore ai 1,000 m² sia valutata in fase di progetto la fattibilità tecnico-economica dell'applicazione di impianti di produzione di energia basati sulla valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili, impianti di cogenerazione, pompe di calore, sistemi centralizzati di riscaldamento e raffrescamento*"

Gli strumenti di intervento per l'attuazione del Piano Energetico Regionale (PER) hanno riguardato innanzitutto l'emanazione di nuove **norme sul rendimento energetico degli edifici e degli impianti (DAL n.156/2008)** che costituiscono "**Requisiti tecnici cogenti**" delle opere edilizie e pertanto devono essere recepiti nell'ambito dell'attività di elaborazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunali (PSC, POC e RUE) elaborati ai sensi della Legge Regionale n.20/2000.

Ai sensi della DAL 156/2008, spetta alla pianificazione urbanistica comunale individuare le modalità applicative delle disposizioni inerenti la produzione di energia termica ed elettrica da fonti energetiche rinnovabili, nonché quelle inerenti le condizioni e i sistemi alternativi/compensativi per il soddisfacimento del requisito (*Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (FER) o assimilate*).

In particolare, ai sensi dell'Allegato 2 requisito 6.6, i Comuni, nell'ambito delle attività di elaborazione e aggiornamento dei pertinenti strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, provvedono:

- ad individuare, conformemente a quanto previsto al punto A-23 dell'Allegato della L.R. 20/2000, gli ambiti territoriali per i quali si prevede la realizzazione di infrastrutture energetiche a rete a servizio del sistema insediativo;
- ad individuare le zone idonee a realizzare gli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili o mediante cogenerazione ad alto rendimento;
- ad attivare le procedure attraverso cui selezionare, anche con le modalità concorsuali previste dall'art. 18 e dagli art. 36-bis e seguenti della L.R. 20/2000, le proposte di intervento più idonee a realizzare le infrastrutture energetiche e gli impianti considerate di interesse pubblico;
- a prevedere, fatti salvi i centri storici, per i progetti di edifici di nuova costruzione e di ristrutturazioni rilevanti su edifici esistenti che assicurino, mediante l'utilizzo di fonti rinnovabili, una copertura dei

consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento in misura superiore di almeno il 30 per cento rispetto ai valori minimi obbligatori, un bonus volumetrico del 5 per cento, nei casi previsti e con le modalità previste dagli strumenti urbanistici comunali.

Si riporta di seguito il quadro delle principali disposizioni che introducono e regolano l'efficienza energetica e in Regione Emilia Romagna:

Normativa regionale

- **DGR n. 1366/2011** *"Modifica degli allegati di cui alla parte seconda della DAL n. 156/2008"*
- **DGR n. 1362/2010** *"Modifica degli allegati di cui alla parte seconda della DAL n. 156/2008"*
- **L.R. 06/07/2009, n. 6** *"Governare e riqualificazione solidale del territorio"*
- **DGR n. 1050/2008** *"Sistema di accreditamento dei soggetti preposti alla certificazione energetica degli edifici"*
- **DAL n. 156/2008** *"Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici"*
- **DAL n. 2130/2007** *"Approvazione del piano energetico regionale"*
- **L.R. 23/12/2004 n.26** *"Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia"*
- **L.R. 25/11/2002 n.31** *"Disciplina generale dell'edilizia"*
- **L.R. 24/03/2000 n. 20** *"Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*

I riferimenti programmatici della Provincia di Ravenna

L'attività della provincia di Ravenna in materia energetica e, più in generale, di tutela dell'ambiente si svolge attraverso il rilascio di autorizzazioni "settoriali" in materia di acque, rifiuti, atmosfera, attività estrattive, acustica ed energia. In tali settori, la Provincia risulta inoltre competente per la predisposizione ed aggiornamento dei relativi Piani di settore, coordinati con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Il 22 marzo 2011 la Provincia di Ravenna ha approvato, in attuazione della LR 26/2004, il **"Piano d'Azione per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile"** che modifica gli art. 6.7 e 12.7 del PTCP della Provincia di Ravenna.

Obiettivo principale del PAESS è la promozione delle azioni necessarie per conseguire il risparmio e l'efficientamento energetico e dare impulso allo sviluppo delle fonti rinnovabili in linea con la strategia europea al 2020 su energia e clima.

In particolare, l'art. 12.7 delle NtA del PTCP -*Requisiti degli insediamenti in materia di ottimizzazione energetica*- definisce delle direttive (D) per l'integrazione della variabile energetica anche negli strumenti urbanistici comunali (PSC-POC-RUE); fra queste si richiama:

PSC – *l'obbligo, in sede di aggiornamento o revisione del Quadro Conoscitivo dei PSC, di approfondire il quadro conoscitivo in materia di energia;*

POC – *l'obbligo per gli interventi di nuova urbanizzazione o di riqualificazione con una superficie utile complessiva superiore a 1.000 mq di valutare la fattibilità tecnico-economica dell'applicazione di impianti di produzione di energia basati sulla valorizzazione delle fonti rinnovabili, impianti di cogenerazione/trigenerazione, pompe di calore, sistemi centralizzati di riscaldamento e raffrescamento e il*

teleriscaldamento con cogenerazione/trigenerazione come opzione prioritaria per gli interventi di nuova urbanizzazione o di riqualificazione con una superficie utile complessiva superiore a 10.000 mq;

RUE – *l'obbligo di recepire i valori dei requisiti minimi di prestazione energetica ed il sistema di classificazione della prestazione energetica degli edifici, definita dalla Regione Emilia-Romagna nell' "Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici" approvato con Delibera Giunta Regionale n.156 del 4 marzo 2008, assegnando eventuali incentivi unitamente alla possibilità di prevedere requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici migliorativi rispetto a quelli previsti dalla normativa nazionale e regionale.*

Capitolo 3

Il percorso: energia nella pianificazione

> Perché un PRG dell'energia

Il tema dello sviluppo urbano sostenibile è stato assunto dal Comune di Faenza come strategia fondante dei propri strumenti di programmazione urbanistica già dal 1998, quando nella pianificazione comunale sono state introdotte importanti azioni normative¹ orientate alla mitigazione/prevenzione degli impatti determinati dall'antropizzazione dei luoghi, riprese dalla legislazione sovraordinata solo anni dopo.

Il medesimo obiettivo è stato perseguito da parte dei sei comuni della Romagna Faentina² nell'elaborazione e redazione del Piano Strutturale Comunale (PSC) in forma associata, approvato il 21 gennaio 2010. In particolare, coerentemente con la strategia europea al 2020 sull'energia e clima e con gli impegni presi dall'Italia in tale ambito, il PSC individua come prioritari **il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni clima-alteranti**. Nello specifico, il Piano Strutturale si propone di:

- ridurre le emissioni di CO₂ del 20% entro il 2020, aumentando nel contempo il livello di efficienza energetica e la quota di utilizzo delle fonti di energia rinnovabile del 20% ("Pacchetto energia clima (20-20-20)" dell'Unione Europea);
- promuovere traguardi migliorativi rispetto a quelli fissati dall'Unione Europea, mediante la concertazione con le associazioni economiche, sociali e sindacali, e attraverso specifici strumenti di incentivazione;
- promuovere interventi esemplari di riqualificazione energetica sul patrimonio edilizio pubblico.

La pianificazione strutturale, pur demandando agli strumenti sottordinati il compito di definire e specificare i criteri e le modalità di intervento conseguenti agli obiettivi dichiarati, fornisce i seguenti indirizzi generali per la successiva fase di pianificazione attuativa:

- ricognizione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra nei diversi ambiti comunali (centro storico, ambito urbano consolidato, ecc.), definizione dei target di riduzione dei consumi e delle emissioni clima-alteranti e tutela delle condizioni di compatibilità ambientale, paesaggistica e territoriale delle attività e dei processi insediativi;

¹ Tali interventi, orientati alla mitigazione/prevenzione degli impatti determinati dall'antropizzazione dei luoghi, si identificano ne:

- l'analisi di sostenibilità ambientale preventiva alle scelte urbanistiche (ValSAT);
- la concessione di incentivi volumetrici al privato a fronte di interventi di bioarchitettura (disciplinati da un apposito regolamento) e, più in generale, di architettura sostenibile;
- l'introduzione di indici di permeabilità dei suoli e l'obbligo di attenuazione del rischio idraulico per le aree di nuova urbanizzazione.

² Comuni di Faenza, Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme, Solarolo

- promozione del risparmio energetico e della riduzione delle emissioni clima-alteranti, mediante azioni dirette a migliorare le prestazioni energetiche dei sistemi insediativi urbani, dei processi produttivi, degli edifici, e degli impianti ivi contenuti;
- Definizione di parametri prestazionali, secondo criteri di risparmio energetico e di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, per i nuovi quartieri, per i nuovi edifici, per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente e per il centro storico;
- Definizioni delle condizioni di sostenibilità locale degli “Ambiti per nuovi insediamenti”.

Per dare forma a tali concetti, il Comune di Faenza, nell’ambito della progettazione del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE), ha deciso di assumere, quale condizione di progetto, la redazione di un “Piano Strategico” per lo sviluppo dell’efficienza energetica in edilizia, di seguito denominato **“Piano Regolatore dell’Energia”**. Tale strumento si pone come tramite tra le strategie proprie della pianificazione strutturale e le azioni di sviluppo sostenibile che traducano operativamente gli indirizzi dell’Amministrazione in materia di risparmio energetico. **L’obiettivo del Piano Regolatore dell’Energia è quello di misurare e monitorare l’evoluzione della sostenibilità e delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio faentino, individuando misure rispondenti alle finalità della pianificazione strutturale.**

Il “Piano Regolatore dell’Energia”, quale approfondimento tematico sul risparmio energetico degli edifici, è stato altresì la base di partenza per la redazione del SEAP (*Sustainable Energy Action Plan*), il documento di Piano (in corso di elaborazione) richiesto dal Patto dei Sindaci (*Covenant of Mayors*) al quale Faenza, unitamente agli altri comuni dell’Unione della Romagna faentina, ha aderito nel settembre 2013.

> Il Percorso: Conoscenza e Valutazione

La riflessione sulle possibilità di recupero energetico del patrimonio edilizio faentino implica anzitutto un’ esplorazione della consistenza e delle caratteristiche di tale patrimonio, in modo tale da acquisire informazioni indispensabili per programmare un efficace piano d’azione normativo.

Pertanto il primo passo effettuato dal Piano Regolatore dell’Energia è stato la ricognizione dei dati necessari a definire il profilo energetico caratteristico del territorio comunale e dei suoi edifici. Lo studio ha ricostruito quindi un **quadro conoscitivo energetico** del territorio comunale, procedendo secondo un sistema scalare (città, ambito urbano, edificio).

Successivamente, basandosi su elementi conosciuti e prevedibili legati all’incremento teorico di popolazione, edifici ed attività produttive, i dati sono stati valutati da un punto di vista prospettico-temporale, analizzando i possibili scenari di miglioramento futuri in presenza o in assenza di determinati interventi normativi.

Parallelamente è stata condotta una simulazione approfondita di riqualificazione energetica di un piccolo quartiere rappresentativo del patrimonio edilizio faentino. Tale esperienza ha evidenziato le ampie potenzialità di recupero, in termini di efficientamento energetico, di edifici del primo dopoguerra

caratterizzati oggi da un grave deficit prestazionale; inoltre lo studio ha approfondito la componente economica delle varie tipologie di intervento relativamente all'investimento iniziale e all'ammortamento dei costi.

> **La conoscenza degli aspetti energetici**

Bilancio energetico generale del Comune di Faenza.

Nella definizione del Quadro Conoscitivo del piano si è operato anzitutto per ricostruire una “fotografia” analitica della situazione energetica del territorio all'anno 2010, anno di riferimento del presente studio, legata principalmente alle caratteristiche del sistema insediativo e produttivo comunale.

A tale scopo sono stati ricostruiti i dati di consumo e di produzione di energia correlati alle attività ascrivibili al Comune di Faenza, dai quali sono stati dedotti i valori di emissione di CO₂.

Il bilancio energetico del Comune di Faenza è fortemente condizionato dalla presenza di quattro grandi stabilimenti di trasformazione di prodotti agricoli che attuano produzione elettrica da biomasse mediante impianti di cogenerazione. La produzione elettrica di questi impianti copre interamente, oltre ai consumi industriali propri, anche i fabbisogni elettrici di Faenza, determinando nel complesso un'esportazione di energia elettrica “verde” dal territorio verso la rete elettrica nazionale. Questa produzione incide nel bilancio energetico comunale andando ad azzerare la quota emissiva relativa al consumo di energia elettrica.

Per tale ragione, al fine di valutare l'incidenza che il fabbisogno energetico degli edifici ha nel bilancio energetico generale, è stato condotto un secondo bilancio che esclude il contributo di neutralizzazione delle emissioni climalteranti dovuto all'impiego di biomasse negli stabilimenti industriali e delinea i consumi energetici ed il quadro emissivo del solo comparto edifici, riferito a tutti i settori (residenziale, terziario, industriale). Gli esiti di questo lavoro hanno evidenziato che il comparto edifici del Comune di Faenza assorbe il 32% dei consumi energetici cittadini ed è responsabile del 50% delle emissioni di gas serra. Ne risulta quindi che l'impiego di energia degli edifici rappresenta la prima fonte di emissioni climalteranti per la città di Faenza.

I risultati ottenuti in termini di emissioni complessive di CO₂, del comparto edifici, rispetto all'anno 2005, sono stati infine confrontati con i valori obiettivo comunitari (-20) e nazionali (-13) di contenimento delle emissioni climalteranti al 2020.

Censimento e mappatura energetica degli edifici e zoning dei consumi energetici urbani

Al fine di conoscere, ad una scala di dettaglio, il comportamento energetico degli edifici urbani e di consentire, quindi, una pianificazione dinamica della sostenibilità energetica è stata utilizzata una

metodologia già attuata presso il Politecnico di Milano nell'ambito di un progetto denominato BEMS³ sulla mappatura energetica degli edifici.

L'applicazione di tale metodologia ha richiesto la ridefinizione delle funzioni di correlazione⁴, assunte dal progetto BEMS, per renderle adatte al contesto tecnologico edilizio faentino ed anche una serie di rilevamenti effettuati in situ delle caratteristiche di ciascun edificio arrivando ad attribuire **un indice di prestazione energetica presuntivo (EP_{tot})**, rappresentativo del fabbisogno di energia primaria, riferito all'unità di superficie (m²) per il riscaldamento e la produzione di acqua calda di ogni edificio. La determinazione dell'indice di prestazione energetica stimato sulla base della metodologia succitata ha poi consentito di determinare la classe di prestazione energetica – o classe energetica – di ciascun edificio. Tale classificazione energetica è stata poi visualizzata con facilità attribuendo, in una piattaforma GIS, il colore codificato della classe di efficienza energetica ad ogni singolo edificio.

Il valore presuntivo dell'indice di prestazione energetica caratteristico di ciascun edificio sarà poi progressivamente sostituito da quello "certificato" e determinato con metodologie più precise e standardizzate ottenuto acquisendo i dati registrati dal sistema regionale SACE⁵, pervenendo così ad un'immagine sempre più *certificata* dello "stato di salute" energetico del parco edilizio faentino.

I risultati del censimento e della mappatura energetica degli edifici del centro urbano di Faenza hanno evidenziato un fabbisogno energetico prevalente per unità di superficie degli edifici cittadini compreso tra la classe F e la classe G (68% degli edifici) e un Indice di prestazione energetica (EP_{tot}) medio degli edifici residenziali pari a 228 kWh/m²anno.

La creazione di una base informativa sviluppata in ambiente GIS, contenente i principali parametri energetici di consumo e il tasso di occupazione di ciascun edificio, ha consentito inoltre di compiere un'analisi statistica sulle caratteristiche del patrimonio edilizio faentino e di valutare il potenziale di riduzione dei consumi energetici in seguito alla realizzazione di interventi di efficientamento sulle superfici disperdenti.

L'attribuzione puntuale di un indice di fabbisogno energetico ha infine consentito, tramite gli strumenti di geoprocessing del GIS, di aggregare i dati di fabbisogno e di consumo specifici di ciascun edificio secondo una preliminare suddivisione del centro urbano per ambiti territoriali omogenei. Operando in tal modo si sono individuati gli ambiti del territorio urbano a maggiore "intensità energetica" su cui diviene prioritario definire strategie di intervento per limitare i fabbisogni energetici degli edifici o per pianificare azioni concrete di mitigazione.

Approfondimento di dettaglio su un quartiere tipo

³ "Progetto BEMS" -Building Energy Mapping System– Politecnico di Milano 2006

⁴ Tra il Rapporto di Forma S/V dell'edificio e il Fabbisogno energetico specifico in energia primaria misurato in kWh/m²anno, diversificate per classi di età degli edifici.

⁵ SACE – Sistema Accreditamento Certificazione Energetica

Il parco edilizio faentino presenta oltre 5.500 edifici costruiti antecedentemente alla prima legge nazionale sul risparmio energetico (Legge 373/76), pari a circa il 64% degli edifici complessivamente presenti nel territorio urbano di Faenza. Di questo patrimonio, più della metà è riconducibile all'edilizia residenziale post bellica.

Un piano che voglia concretamente operare per la razionalizzazione della risorsa energetica, deve necessariamente conoscere le potenzialità di efficientamento energetico di questo ingente patrimonio costruito, per lo più, in risposta a un'emergenza abitativa con una scarsa attenzione ai livelli di qualità globale (estetica, statica, energetica e funzionale) delle costruzioni.

L'obiettivo dello studio è quello di testare un processo di riqualificazione energetica nelle diverse fasi operative e di valutare nel dettaglio, in rapporto ai costi e ai benefici e alla specificità dei luoghi, un repertorio di soluzioni tecnologiche, impiantistiche e gestionali, fra loro confrontabili, volte ad incrementare la qualità prestazionale ed energetica delle costruzioni esistenti.

Lo studio in oggetto riguarda l'analisi e la simulazione energetica del piccolo quartiere di edilizia residenziale sociale di via Ponte Romano in Faenza di proprietà mista pubblico-privata. Il complesso edilizio, costruito nel 1958 nell'ambito del Piano INA casa, è costituito da otto edifici di pianta regolare ciascuno disposto su tre piani fuori terra e un seminterrato destinato a cantine.

Il lavoro si è sviluppato in tre fasi, di seguito sinteticamente descritte:

- **valutazione quali-quantitativa dello stato di fatto;**
- **definizione delle strategie di intervento di miglioramento energetico;**
- **valutazione degli scenari di miglioramento energetico.**

L'analisi e la diagnosi energetica inizialmente condotte (*fase 1*) hanno consentito di valutare il fabbisogno energetico caratteristico del sistema edificio – impianto e di individuare gli indicatori specifici di fabbisogno di energia primaria rappresentativi della prestazione energetica allo stato di fatto di ciascun edificio e di ciascun alloggio. L'esito della diagnosi energetica ha evidenziato un fabbisogno normalizzato medio di energia primaria (per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria) per unità di superficie di ciascun edificio-tipo (**EP_{tot}**) **pari a 240 kWh/m²anno che colloca gli edifici presi in esame in classe G** ai sensi della normativa regionale vigente, nonché valori di trasmittanza delle chiusure opache e trasparenti di gran lunga superiori ai limiti imposti dalla DAL 156/2008.

L'esito del bilancio energetico, predisposto al fine di ricostruire l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio-tipo, ha inoltre evidenziato le maggiori criticità negli usi termici che rappresentano l'85% dei consumi energetici complessivi e la maggiore inefficienza nella tenuta termica dell'involucro edilizio, in particolare dell'involucro edilizio opaco.

Nella definizione delle strategie di intervento (*fase 2*), al fine di valutare le potenzialità di risparmio energetico di ciascuna azione, gli interventi di miglioramento sono stati analizzati dapprima singolarmente, partendo dall'intervento di più facile realizzazione (installazione di valvole termostatiche) fino alla

formulazione di scenari di intervento progressivi e integrati su più sistemi (involucro edilizio - impianti meccanici - fonti rinnovabili), organizzati secondo una gradualità crescente dei costi e dei benefici.

In prima istanza sono stati valutati gli interventi che consentono di conseguire una sensibile riduzione dei consumi di energia mediante soluzioni di efficientamento energetico che interessano **l'involucro edilizio** dell'edificio-tipo (pareti esterne, copertura, isolamento del solaio rialzato ed elementi finestrati), amplificando la casistica di intervento, in termini di materiali e tecnologie impiegabili.

In seconda istanza sono stati valutati gli interventi che consentono una riduzione dei consumi di energia mediante soluzioni che interessano **gli impianti meccanici**, mirati ad ottimizzare, rinnovare o modificare radicalmente il sistema di generazione, distribuzione, emissione del calore e ad integrare le fonti rinnovabili per la produzione locale di energia. Anche in questo caso sono state valutate più soluzioni sia per quanto riguarda la scala di intervento (ottimizzazione dell'impianto termico individuale, impianto centralizzato di edificio, teleriscaldamento di quartiere) sia per l'aspetto del vettore energetico di alimentazione (metano, energia elettrica, biomassa).

L'attività di valutazione (*fase 3*) ha riguardato innanzitutto gli interventi di miglioramento energetico "singoli e progressivi" sull'involucro edilizio opaco e trasparente e di ottimizzazione dell'impianto termico individuale riconducibili ad interventi svolti in regime di ordinaria e straordinaria manutenzione.

Sono stati poi prefigurati e valutati tre diversi scenari di miglioramento "globali":

- ottimizzazione del sistema di generazione individuale dei singoli appartamenti senza modificare la divisione impiantistica attuale dell'edificio-tipo, (caldaia a condensazione);
- centralizzazione a scala di edificio tipo della produzione di calore e di acqua calda sanitaria modificando la divisione impiantistica attuale (pompa di calore);
- centralizzazione a scala di quartiere della produzione di calore e di acqua calda sanitaria modificando la divisione impiantistica attuale mediante la realizzazione di una centrale termica di quartiere (teleriscaldamento).

Tutti gli scenari integrali considerati assumono come condizione, per la loro piena efficacia, la riqualificazione integrale degli elementi dell'involucro edilizio opaco e trasparente secondo uno scenario di intervento scelto.

I risultati sono stati organizzati in schede di valutazione contenenti il quadro di riepilogo degli indicatori ambientali ed economici assunti dal presente studio per valutare il grado di efficacia e di sostenibilità economica della misura o dello scenario proposto.

Il progetto di riqualificazione del piccolo quartiere di via Ponte Romano, per le sue caratteristiche di riproducibilità, è stato considerato quale caso – studio nell'ambito del Progetto Europeo "EnSURE" (*Energy Savings in Urban Quarters through Rehabilitation and New Ways of Energy Supply*), a cui il Comune di Faenza ha aderito, insieme ad altri dodici partner dell'Europa Centrale, con l'obiettivo di sviluppare

strategie transnazionali, declinate a livello locale, a sostegno dell'implementazione degli obiettivi di efficienza energetica europei.

> La Valutazione degli scenari di miglioramento energetico

Nell'analisi degli scenari di miglioramento energetico è stato dapprima proiettato il consumo energetico attuale degli edifici di Faenza (riferiti all'anno 2010) nell'orizzonte temporale preso a riferimento (al 2020). Gli scenari futuri considerati sono due: **uno scenario "tendenziale"** che descrive l'andamento dei consumi e delle emissioni del parco edilizio faentino in assenza di interventi normativi in materia supplementari alla legislazione regionale o nazionale; e **uno scenario di "piano"** che descrive l'andamento dei consumi e delle emissioni del parco edilizio faentino in seguito alla proposta di misure e progetti finalizzati al conseguimento dell'obiettivo di riduzione assunto a riferimento dalla pianificazione strutturale.

Le misure o progetti indirizzati a promuovere l'efficienza energetica del comparto edifici e la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili sono raggruppabili in due macro aree: **interventi regolatori sulla normativa urbanistico-edilizia** e **interventi promossi direttamente dall'Amministrazione comunale** finalizzati all'individuazione di una strategia programmatica e operativa di risparmio energetico nell'azione di governo del territorio.

Il catalogo di misure proposto nella regolamentazione normativa urbanistica ed edilizia è indirizzato a influenzare e migliorare i consumi energetici delle costruzioni introducendo:

- requisiti prestazionali in materia di ottimizzazione energetica alla scala insediativa, considerando il territorio non isotropo rispetto alle potenzialità energetiche in essere;
- requisiti prestazionali obbligatori per le nuove costruzioni e per le ristrutturazioni integrali di edifici in progressivo avvicinamento degli standard dei *"Net zero energy building"* richiesti dall'Unione Europea;
- misure di mitigazione che aumentino le prestazioni degli edifici esistenti negli interventi di compattamento e densificazione del tessuto urbano esistente;
- strumenti di conoscenza preliminari alla progettazione di interventi edilizi in centro storico e alla scala insediativa dell'edificio;
- incentivi urbanistici riconosciuti a chi interviene innalzando l'efficienza energetica in centro storico.

Le misure individuate nel presente studio conoscitivo consentiranno di raggiungere una **riduzione delle emissioni del parco edilizio faentino dell'11,5%** rispetto alle emissioni rilevate al 2005 (-18% includendo nel bilancio energetico degli edifici il contributo di neutralizzazione dovuto all'impiego di biomasse negli stabilimenti industriali⁶), avvicinando in modo significativo l'obiettivo nazionale di riduzione (-13%) stabilito dalla Decisione Europea 406/2009/CE⁷.

⁶ Si veda Cap. 4.1 *"Bilancio energetico generale del Comune di Faenza"*.

⁷ *"Concernente gli sforzi degli Stati Membri per ridurre le emissioni dei gas a effetto serra al fine di adempiere agli impegni della Comunità in materia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020"*

> Cenno ai percorsi futuri

Come indicato nelle premesse, un Piano regolatore dell'Energia non può essere per sua natura un elemento statico e pertanto gli strumenti applicativi dello stesso devono necessariamente essere strumenti adeguabili alla variazione degli obiettivi e rielaborabili al fine di definire, di volta in volta, la reale situazione "attuale".

Ad esempio, il Piano d'Azione per lo Sviluppo dell'Energia Sostenibile (*Sustainable Energy Action Plan*), attualmente in elaborazione, costituirà un importante momento di riflessione e di verifica sul lavoro svolto per il comparto edifici nell'ambito del presente piano strategico.

Pertanto il "percorso" descritto nella presente sezione non è chiaramente giunto al termine, ma ha avuto, fino ad ora, come obiettivo la definizione di una metodologia operativa per definire i numeri che sono alla base della conoscenza dell'effettiva realtà del territorio faentino. Tale "contabilità energetica" costituisce pertanto la base (pur da affinare) di conoscenza necessaria per la valutazione degli effetti delle misure adottate per il raggiungimento degli obiettivi e per valutare eventuali nuove azioni e misure normative delle quali si ipotizzasse l'adozione.

Capitolo 4

Aspetti energetici a Faenza

Capitolo 4.1

Bilancio energetico generale del Comune di Faenza

Nel presente capitolo sono stati analizzati i seguenti aspetti tematici:

- Inventario dei consumi e delle emissioni del Comune di Faenza;
- Produzione locale di energia elettrica nel Comune di Faenza;
- Inventario dei consumi e delle emissioni del comparto edifici;
- Produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili del comparto edifici;
- Confronto, per il comparto edifici, con l'obiettivo europeo di contenimento delle emissioni al 2020

I risultati del **Bilancio energetico generale** e dell'**Inventario delle emissioni di CO₂eq** del Comune di Faenza è stato condotto sulla base dei dati consuntivi per l'anno 2010 assunto a riferimento. L'elaborazione del Bilancio energetico generale si inserisce all'interno delle attività pianificate dal Comune finalizzate a **ricostruire il profilo energetico caratteristico** di Faenza (per settori, per vettori, per usi finali) e ad individuare il potenziale di intervento e gli strumenti attivabili nei diversi settori di azione direttamente o indirettamente dall'Amministrazione Comunale (es. attraverso il coinvolgimento degli *stakeholder* o attraverso strumenti regolatori).

L'inventario dei consumi e delle emissioni costituisce altresì il **quadro conoscitivo** del "Piano Regolatore dell'energia" in quanto delinea il fabbisogno energetico "reale" ed il quadro emissivo del **comparto edifici** su cui il Piano si propone di intervenire, prodromico ad ogni ipotesi progettuale che consideri questo territorio.

La redazione del bilancio energetico del territorio ha richiesto il reperimento di numerosi dati riferiti ai diversi vettori energetici. Per questa attività si è fatto riferimento primariamente all'utilizzo di dati a consuntivo (approccio *bottom-up*) e solo secondariamente all'impiego di dati statistici già elaborati (approccio *top-down*).

Per alcuni vettori quali il gas naturale e l'energia elettrica i dati di consumo sono stati forniti direttamente dai distributori (rispettivamente SNAM Rete gas e ENEL Distribuzione) già suddivisi in base alla tipologia di utenza e/o di uso finale. In altri casi invece, quali ad esempio i dati relativi al consumo di carburanti, i dati ottenuti sono suddivisi per tipologia di prodotto energetico e rete di vendita (dati forniti dalla Regione Emilia-Romagna su database dell'Agenzia delle Dogane).

Un ulteriore contributo alla soddisfazione del fabbisogno energetico del territorio, non compreso nei precedenti, è dato dagli impianti di produzione di energia elettrica e di energia termica da fonte rinnovabile. Per quanto riguarda gli impianti di produzione di energia elettrica e termica alimentati a

biomasse, essendo in numero ridotto e di grande potenza, i dati di produzione sono stati forniti direttamente dagli esercenti, mentre nel caso della produzione da fotovoltaico i dati degli impianti sono stati ricavati dai database del GSE (Gestore Servizi Energetici) e del Comune e ne è stata stimata la produzione sulla base dei dati di alcuni impianti campione conosciuti.

I dati così reperiti sono stati elaborati al fine di poter essere gestiti in forma aggregata secondo alcuni macro-settori di consumo (Residenziale, Industriale diretto Media Tensione e Industriale Alta Tensione ecc.) e all'interno di tali elaborazioni sono stati impiegati, in alcuni e quanto più limitati casi possibile, dati statistici di fonte ISTAT.

All'interno del territorio sono presenti quattro stabilimenti, distillerie ed oleifici, fortemente energivori che soddisfano interamente il proprio fabbisogno energetico (termico ed elettrico) mediante impianti di cogenerazione alimentati con biomasse, sottoprodotti delle lavorazioni interne. La produzione elettrica attuata da questi impianti, in parte auto consumata e in parte immessa sulla rete elettrica, copre interamente, oltre ai consumi industriali degli impianti, anche i fabbisogni elettrici di Faenza, determinando nel complesso un'esportazione di energia elettrica "verde" dal territorio verso la rete elettrica nazionale. Tali aziende presentano consumi complessivamente superiori del consolidato urbano faentino e la difficoltà nel misurare la quantità di biomassa utilizzata influisce sulla precisione di un bilancio energetico che ne voglia tener conto.

Per questo motivo nel presente studio è stato convenuto di svolgere il bilancio energetico con due diversi gradi di dettaglio. Inizialmente sarà presentato un bilancio energetico e delle emissioni generale, riguardante l'intero territorio compresi gli stabilimenti che svolgono autoproduzione. Successivamente si procederà considerando **i consumi energetici dei soli edifici** del consolidato urbano, appartenenti a tutti i settori (residenziale, terziario, industriale), i cui dati di consumo sono conosciuti con un livello di dettaglio maggiore.

A seguito dell'adesione formale dell'Unione della Romagna Faentina al Patto dei Sindaci nel settembre 2013, l'attività di caratterizzazione energetica condotta per la città di Faenza è stata aggiornata fino all'anno più recente disponibile (2012) ed estesa agli altri comuni dell'Unione nell'ambito dell'elaborazione del *Baseline Emission Inventory (BEI)* del Piano d'Azione dell'energia Sostenibile (PAES).

4.1.1 Inventario dei consumi e delle emissioni

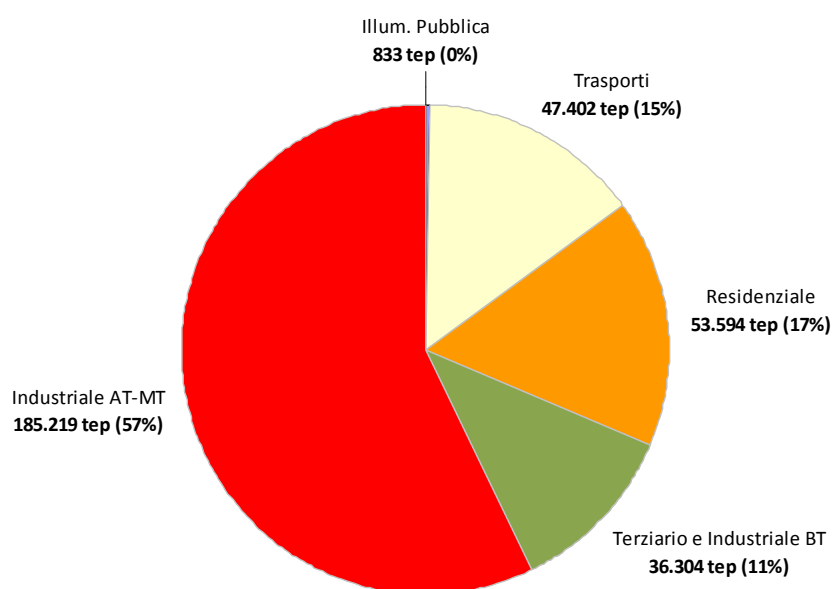
Nel presente paragrafo si riportano in maniera aggregata i risultati dell'inventario dei consumi energetici e delle emissioni complessive imputabili alle attività dei cittadini di Faenza rispettivamente classificati per macrosettori e per vettori energetici.

A tale scopo sono stati ricostruiti i dati di consumo energetico per l'anno 2010 correlati alle attività umane ascrivibili alla città, dai quali sono stati dedotti in valori di emissione di CO₂.

Nel grafico di *Figura 1* sono rappresentati i consumi energetici finali **per macrosettori** espressi in tep (tonnellate equivalenti di petrolio), cioè espressi in termini di energia primaria.

Per chiarezza si intende energia primaria l'energia che scaturisce dalla valorizzazione energetica di una fonte energetica primaria (combustibili fossili, biomasse e altre fonti rinnovabili). In particolare i combustibili impiegati direttamente per usi di riscaldamento possono essere considerati direttamente in termini di energia primaria (1 MWh termico = 0,086 tep) mentre il consumo di energia elettrica, che è un vettore energetico e non una fonte, richiede che sia considerato nel calcolo dell'energia primaria il rendimento per la generazione, rappresentativo della trasformazione energetica che avviene all'interno delle centrali elettriche (1 MWh elettrico = 0,187 tep).

Figura 1: Consumi finali in energia primaria espressi in tep rappresentati **per settore**, inclusi gli stabilimenti industriali che attuano autoproduzione elettrica da biomasse e combustibile da rifiuti (CDR) - Anno di riferimento 2010.

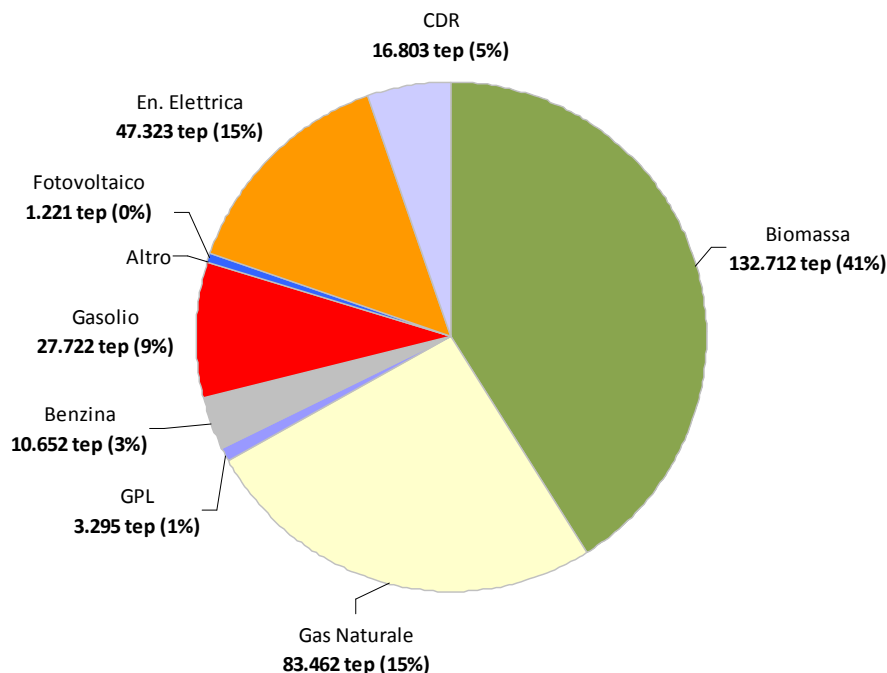


Consumi energetici finali in energia primaria per settori - Totale = 323.352 tep

Nel grafico la voce **“Industriali MT-AT”** rappresenta gli stabilimenti industriali in media o alta tensione (stabilimenti energivori). Questa tipologia di utenze rappresenta il **57% dei consumi in termini di energia primaria del territorio**. La voce **“Residenziale”**, pari al **17%** dei consumi energetici totali, comprende tutti i

consumi elettrici a scopo domestico ed il consumo di gas naturale per riscaldamento, uso di cottura cibi e produzione di acqua calda sanitaria. La voce **“Terziario e industriale BT”** rappresenta tutte le utenze del terziario, le utenze industriali non connesse direttamente alla rete gas di SNAM e allacciate alla rete di bassa tensione (aziende scarsamente energivore) e le utenze produttive agricole. Questa categoria rappresenta **l’11% dei consumi totali**. Il settore **“trasporti”** contempla tutto il carburante venduto presso stazioni di servizio e punti di rifornimento privati presenti nel Comune di Faenza ad esclusione di quelli presenti sulla rete autostradale. Essi rappresentano il **15% degli usi finali**. Gli usi per illuminazione pubblica rappresentano un valore inferiore allo 0,5% del totale. **I consumi energetici totali in energia primaria per il comune di Faenza sono pari a 323.352 tep pari a una quantità di petrolio trasportata da circa 10.500 autoarticolati¹**. Considerando per ciascun autoarticolato una lunghezza standard di 16,5 m, 10.500 autoarticolati, allineati lungo l’autostrada A14, coprono una distanza pari a 173 km, la stessa che intercorre tra Faenza e Fidenza (PR). Nel grafico di *Figura 2* sono rappresentati i consumi energetici finali **per vettore energetico** espressi in tep (tonnellate equivalenti di petrolio).

Figura 2: Consumi finali in energia primaria espressi in tep rappresentati **per vettore energetico**, inclusi gli stabilimenti industriali che attuano autoproduzione elettrica da biomasse e combustibile da rifiuti (CDR) - Anno di riferimento 2010.



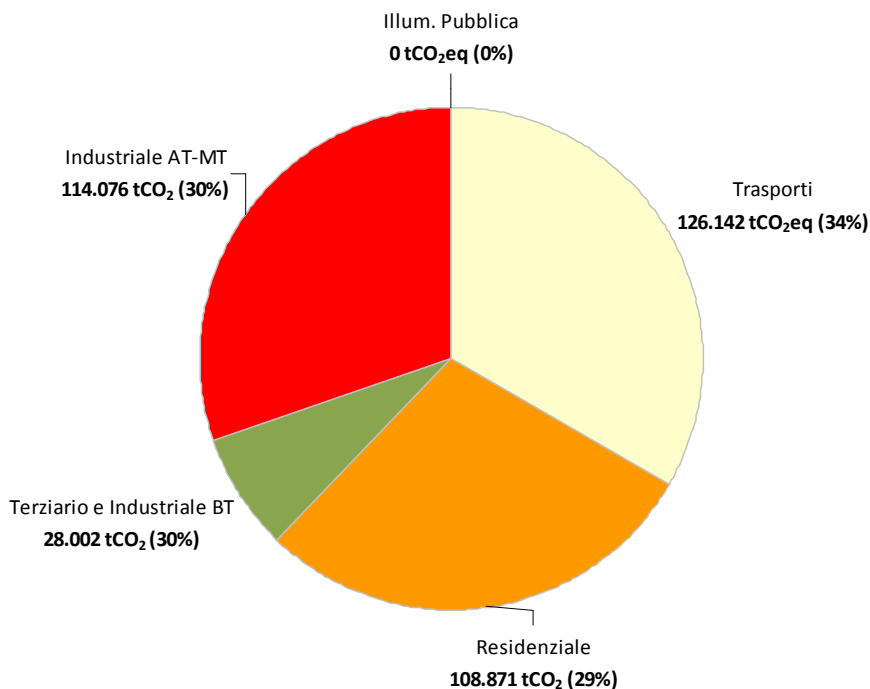
Consumi energetici finali in energia primaria per vettori energetici - Totale = 323.352 tep

¹ Calcolati considerando 30 tonnellate equivalenti di petrolio per ogni mezzo.

Come è possibile evincere dal grafico le “biomasse” rappresentano per il territorio faentino un’importante fonte energetica, pari al 41% dell’energia totale, impiegata per la quasi totalità all’interno degli stabilimenti industriali, distillerie e oleifici, presenti nel territorio. La voce CDR rappresenta il **Combustibile Da Rifiuti**, impiegato insieme alle biomasse nelle centrali ibride. La seconda fonte energetica maggiormente impiegata è il gas naturale che contribuisce per il 26% dell’energia totale.

L’importante utilizzo delle biomasse sul territorio comunale contribuisce in maniera significativa alla riduzione delle emissioni di CO₂ equivalente. La biomassa, intesa come fonte energetica, presenta infatti un bilancio in termini di emissioni di CO₂ nullo, in quanto la quantità di CO₂ rilasciata al momento della combustione è pari a quella assorbita nel ciclo di crescita della biomassa stessa, risultando quindi *carbon neutral*. L’energia elettrica generata da biomassa, eccedente il fabbisogno degli stabilimenti che l’autoproducono, è immessa sulla rete elettrica nazionale. La riduzione delle emissioni di CO₂eq determinata dall’energia elettrica da biomassa immessa in rete, supera di poco le emissioni imputabili al fabbisogno elettrico cittadino, permettendo di considerarne azzerate le emissioni (contributo emissivo per l’energia elettrica = 0). Nel grafico di *Figura 3* è riportato l’inventario delle emissioni di CO₂ equivalente complessive **per settore**.

Figura 3: Emissioni di CO₂ equivalente espressi in tonnellate **per settore** inclusi gli stabilimenti industriali che attuano autoproduzione elettrica da biomasse e combustibile da rifiuti (CDR) - Anno di riferimento 2010.



Bilancio delle emissioni di CO₂ equivalente per settori - Totale = 377.091 tCO₂eq

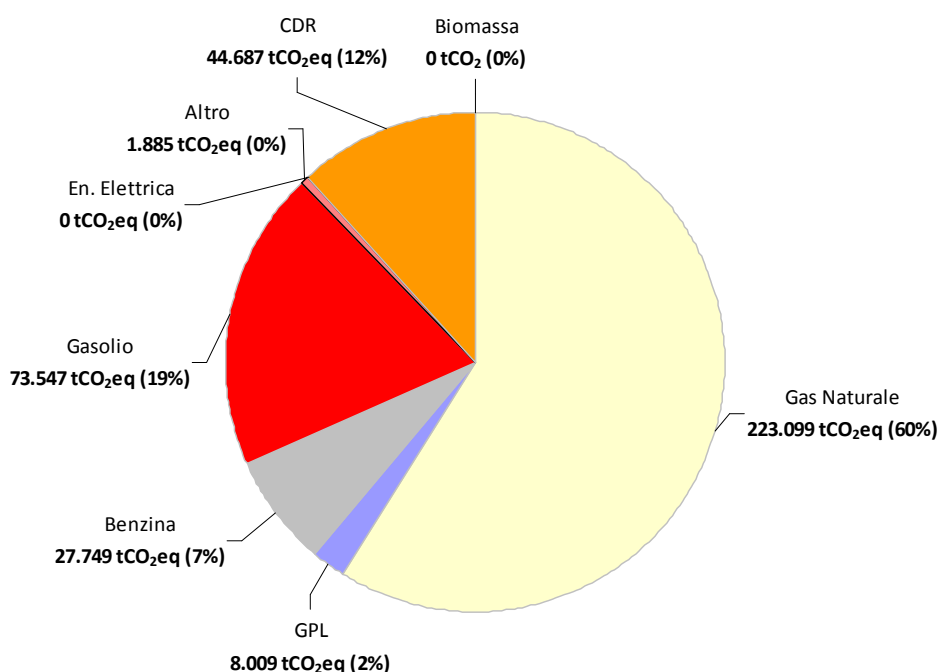
Come osservabile nel grafico il panorama delle emissioni differisce fortemente dall’inventario dei consumi, a causa dell’importante impiego di biomasse, secondo i criteri illustrati in precedenza. La situazione delle

emissioni vede i pesi ri-bilanciati tra i diversi settori con l'apporto del settore terziario e industriale (37%) prossime a quello derivato dai trasporti (34%), e con il contributo del settore residenziale leggermente inferiore (29%). **Le emissioni totali di CO₂ equivalente per il comune di Faenza sono pari a 377.091 tonCO₂ (6,48 tonCO₂/abitante) pari all'assorbimento annuale di circa 16.400.000 alberi².**

Non considerando il contributo di neutralizzazione della produzione elettrica attuata dagli impianti a biomassa le emissioni totali ammontano a 511.486 tonCO₂ equivalente (8,79 tonCO₂/abitante)³, pari all'assorbimento annuale di circa 22.240.000 alberi.

Nel grafico di *figura 4* le emissioni di CO₂ equivalente complessive sono ripartite per **vettore energetico**.

Figura 4: Emissioni di CO₂ equivalente espresse in tonnellate per **vettore energetico**, inclusi gli stabilimenti industriali che attuano autoproduzione elettrica da biomasse e combustibile da rifiuti (CDR) - Anno di riferimento 2010.



Bilancio delle emissioni di CO₂ equivalente per vettori energetici - Totale = 377.091 tCO₂eq

Come è possibile osservare, a causa dell'annullamento del contributo alle emissioni di biomassa ed energia elettrica, la principale causa di emissioni di CO₂ equivalente è il gas naturale, a cui va imputato il 60% delle emissioni complessive. Tale combustibile è da considerarsi "pulito" relativamente alle emissioni climalteranti in quanto è il combustibile fossile che presenta il minor rapporto carbonio-idrogeno nella propria molecola. Nonostante questo rappresenta per il territorio faentino il principale responsabile di emissioni serra, essendo ampiamente utilizzato sia per il riscaldamento degli edifici del settore residenziale e terziario, sia per scopi industriali.

² Calcolati considerando l'assorbimento di 23 kg di CO₂ all'anno per ogni albero, che moltiplicati per 30 anni fanno 700 kg nella vita di un albero.

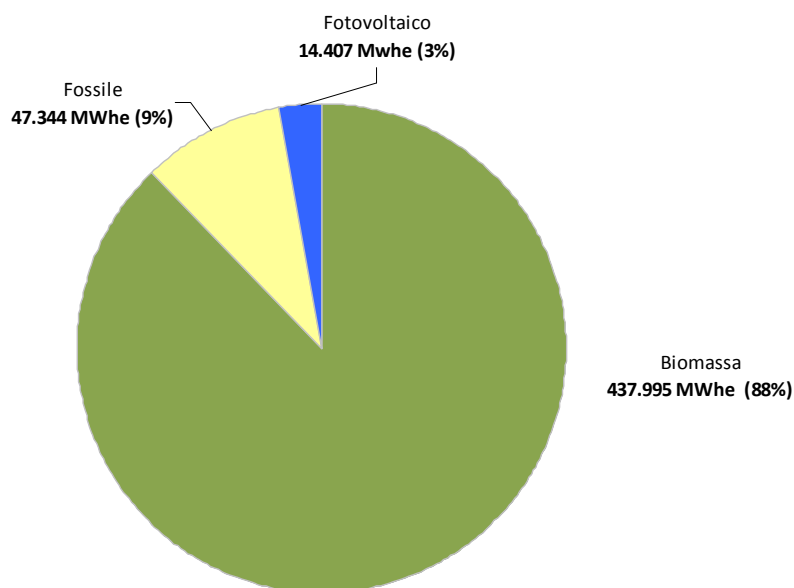
³ A titolo esemplificativo: In Italia, Ravenna 10,7 tonCO₂eq, Torino 9,7 tonCO₂eq, Bolzano 9,41 tonCO₂eq. In Europa, Rotterdam 29,8 tonCO₂eq, Stoccarda 16,0 tonCO₂eq, Londra 6,2 tonCO₂eq, Stoccolma 3,6 tonCO₂eq. Nel Mondo, Sidney 20,3 tonCO₂eq, Shanghai 12,9 tonCO₂eq, New York 11,5 tonCO₂eq.

4.1.2 Produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili

Sul territorio comunale è presente un'importante produzione di energia elettrica "verde" ovvero realizzata mediante l'impiego di fonti energetiche rinnovabili. Le fonti principali interessate sono le biomasse e l'energia solare. Le prime sono ampiamente utilizzate all'interno degli stabilimenti industriali presenti nel territorio, in particolare distillerie ed oleifici, dove vengono utilizzate come combustibile in impianti di cogenerazione connessi al processo industriale. L'energia solare, per quanto riguarda la generazione di energia elettrica, è invece sfruttata esclusivamente mediante la tecnologia del fotovoltaico che si trova applicata in impianti di dimensione variabile dal piccolo impianto domestico al grande impianto a terra in territorio rurale. Il contributo della produzione di energia elettrica realizzate sul territorio è tale da superare il fabbisogno di energia elettrica della città che quindi si trova ad essere esportatrice di energia, per la maggior parte rinnovabile, verso la rete di trasmissione nazionale.

Figura 5: Produzione di energia elettrica realizzata sul territorio del Comune di Faenza ripartita per fonte - Anno di riferimento 2010

Produzione di energia elettrica nel Comune di Faenza

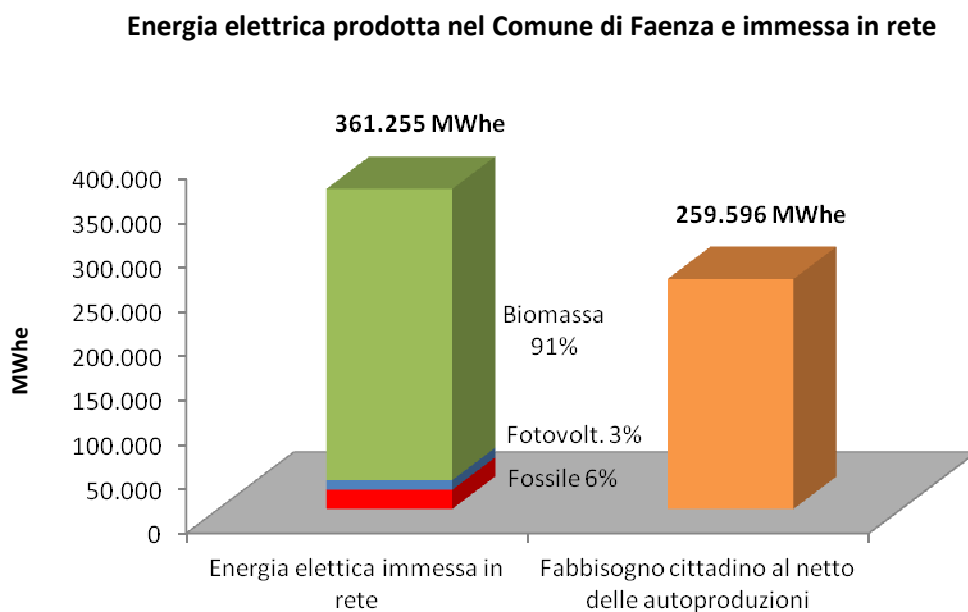


Totale energia elettrica prodotta: 485.339 MWhe

Su una produzione elettrica di circa 485.339 MWhe circa 124.084 MWhe sono consumati all'interno dei siti industriali di produzione mentre la restante parte pari a 361.255 MWhe viene immessa in rete. Considerando, a livello di bilancio energetico annuale e non come funzionamento puntuale del sistema, che il consumo di energia elettrica del territorio al netto degli autoconsumi è pari a circa 259.596 MWhe, risulta che il territorio faentino esporta all'esterno dei propri confini annualmente circa 101.660 MWhe ottenuta al

91% da fonte rinnovabile e al 9% da Combustibile Da Rifiuti (CDR). Questa quantità di energia è sufficiente a soddisfare il fabbisogno annuale di energia elettrica di circa 34.000 famiglie, considerando un consumo medio per famiglia pari a 3.000 kWh/anno.

Figura 6: Raffronto tra l'energia elettrica immessa sulla rete per fonte e il fabbisogno di energia elettrico cittadino considerato al netto degli autoconsumi dei produttori. Evidenza dell'esportazione di energia.



Totale energia elettrica esportata: 101.660 MWhe

4.1.3 Inventario dei consumi e delle emissioni del comparto edifici

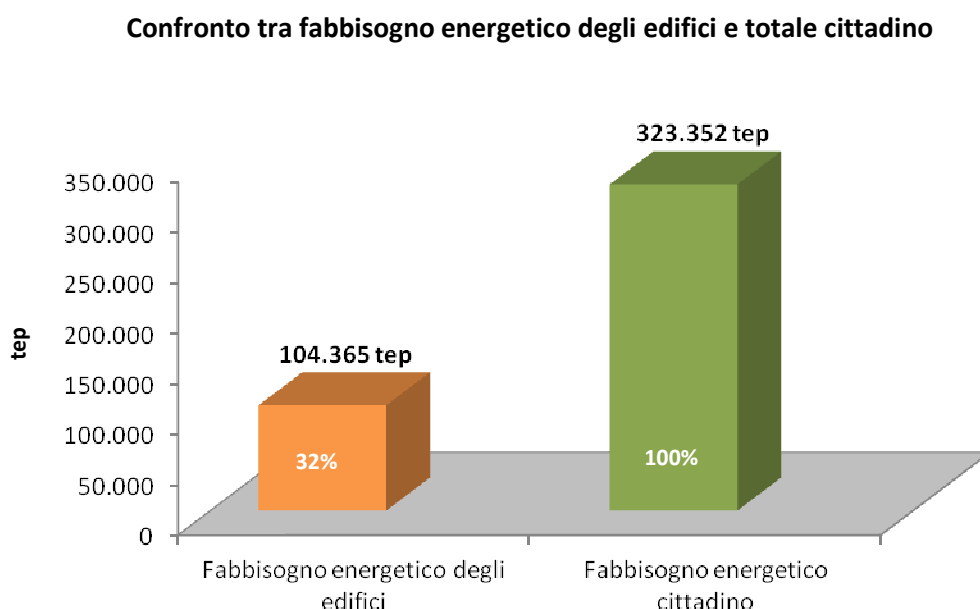
Come illustrato nel precedente paragrafo, gli impianti industriali che attuano autoproduzione di energia elettrica e termica impiegando biomasse determinano un alto fabbisogno energetico del territorio. Contemporaneamente però, nella contabilità delle emissioni dei gas climalteranti, grazie alla sovrapproduzione di energia elettrica rispetto al proprio fabbisogno per lo svolgimento dei processi industriali, rappresentano degli “assorbitori” di gas serra, riducendo l’impronta attribuibile ai consumi del territorio comunale.

Si ritiene perciò interessante svolgere un secondo bilancio energetico dei consumi e delle emissioni che prenda in considerazione solamente i fabbisogni legati ai **consumi degli edifici cittadini appartenenti a tutti i settori**.

In questa seconda analisi si escluderà pertanto il contributo di neutralizzazione delle emissioni climalteranti dovuto all’impiego di biomasse negli stabilimenti industriali attribuendo quindi un valore di emissione non nullo anche all’energia elettrica consumata negli edifici.

In *figura 7* è rappresentato il fabbisogno energetico, in termini di energia primaria, del comparto edifici in rapporto al fabbisogno energetico cittadino complessivo.

Figura 7: Fabbisogno energetico del comparto edifici confrontato con il fabbisogno totale della città in termini di energia primaria, misurata in tep. - Anno di riferimento 2010. Nessun effetto di annullamento delle emissioni dovuto all’impiego di biomasse per la generazione elettrica.

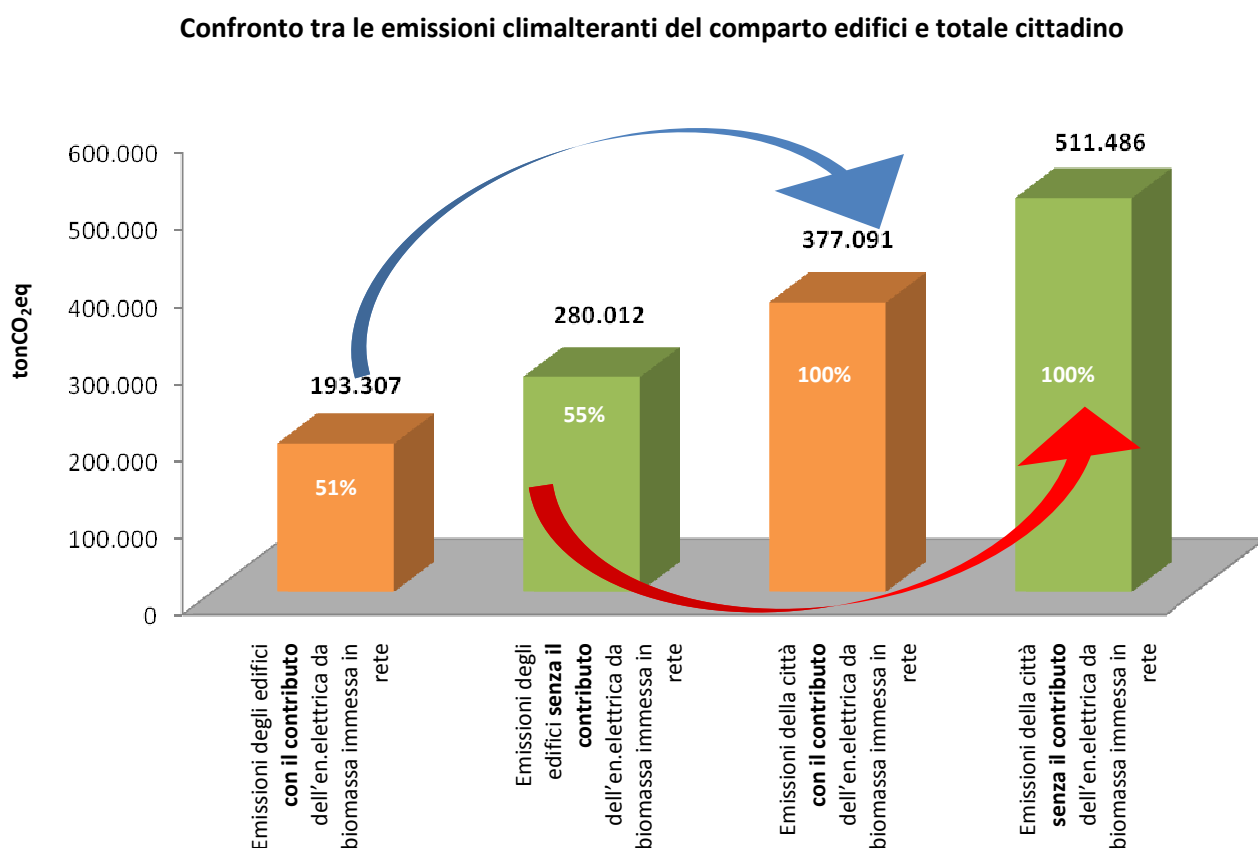


Per calcolare il fabbisogno energetico del comparto edifici si è potuto far ricorso ai dati di consumo consuntivi di gas naturale ed energia elettrica che, per il settore residenziale, sono stati ottenuti già aggregati sulla base della destinazione d’uso del vettore. Per i settori terziario e piccolo industriale, considerati aggregati, si sono utilizzati i consumi integrali relativi al terziario sommati al 50% dei consumi

connessi all'attività della piccola industria. Per gli edifici industriali delle grandi imprese, i cui dati a consuntivo mostrano un andamento molto discontinuo a causa della crisi economica a partire dal 2008, è stato assunto come base il valore minore dell'intervallo, ridotto mediante l'applicazione di un coefficiente, ed è stato poi destagionalizzato con riferimento all'andamento dei consumi residenziali.

In *figura 8* è rappresentato il confronto tra i valori delle emissioni di CO₂ del comparto edifici con le emissioni complessive della città di Faenza qualora sia inventariato o non inventariato l'annullamento delle emissioni dovuto all'impiego di biomasse per la generazione elettrica.

Figura 8: Valori di emissione di gas serra del comparto edifici confrontato con l'emissione totale della città [tonCO₂eq]. Anno di riferimento 2010.

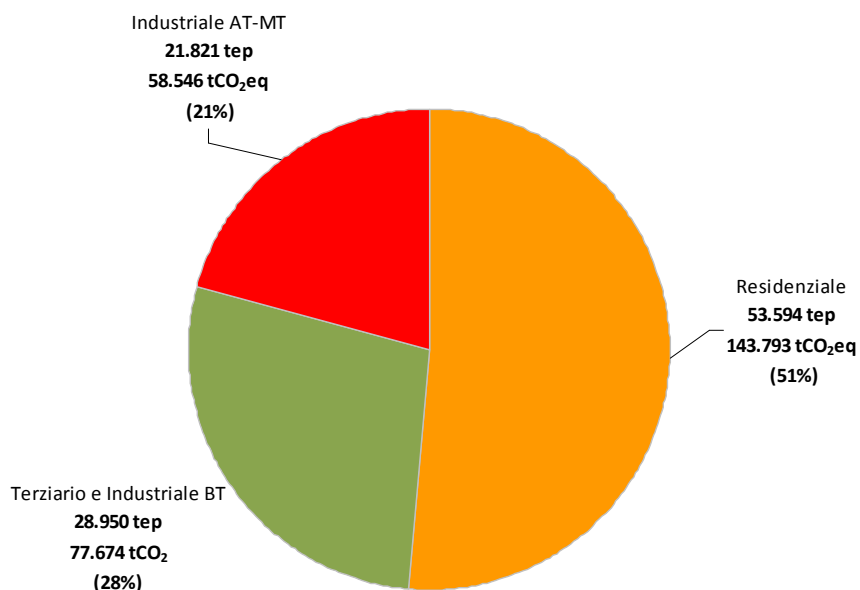


Il comparto degli edifici rappresenta, in termini di fabbisogno energetico, il 32% del fabbisogno complessivo. I consumi energetici in termini di energia primaria del comparto edifici del Comune di Faenza sono pari a 104.365 tep pari a una quantità di petrolio trasportata da 3.480 autoarticolati che, allineati lungo l'autostrada A14, coprono una distanza pari a 57 km, la stessa che intercorre tra Faenza e Rimini. In termini di emissioni di gas serra, a seconda che sia incluso o meno il contributo riduttivo delle emissioni dovuto all'energia elettrica generata da biomassa e immessa in rete, il comparto edifici rappresenta rispettivamente il 51 e il 55% delle emissioni complessive.

Ne risulta quindi che l'impiego di energia negli edifici costituisce per la città di Faenza la prima fonte di emissioni climalteranti. Le emissioni totali di CO₂ del comparto edifici del Comune di Faenza, escludendo

nell'inventario comunale dei gas serra il contributo di neutralizzazione dell'energia elettrica da biomassa immessa in rete, sono pari a 280.012 ton CO₂eq, pari all'assorbimento annuale di circa 12.200.000 alberi. Sulla base di tali considerazioni è possibile rappresentare i consumi energetici e le emissioni per settori e per vettori del parco edilizio urbano, come già svolto a livello cittadino. In questo caso, non considerando il contributo di fonti *carbon neutral*, i rapporti tra consumi ed emissioni sono gli stessi e possono essere rappresentati sullo stesso grafico.

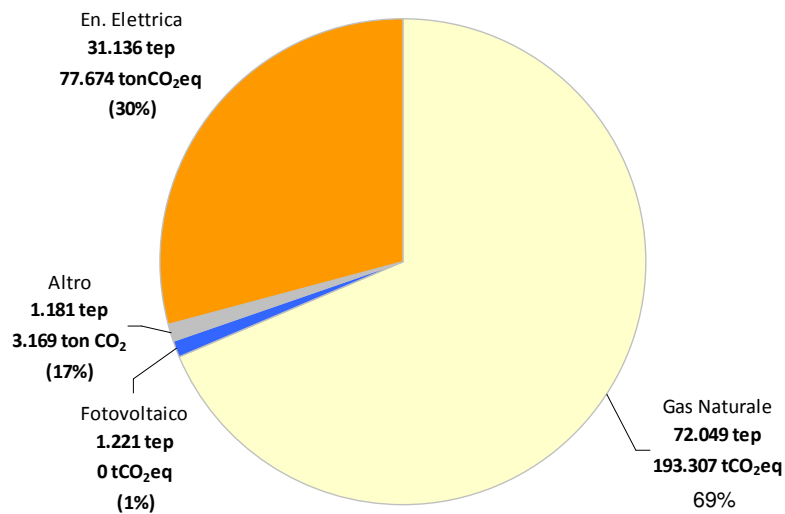
Figura 9: Consumi finali in energia primaria [tep] ed emissioni [tonCO₂eq], **per settore**, degli edifici del Comune di Faenza. Nessun effetto di annullamento delle emissioni dovuto all'impiego di biomasse per la generazione elettrica - Anno di riferimento 2010.



Consumi energetici finali ed emissioni degli edifici per settore = 104.365 tep pari a 280.012 tCO₂eq

Nel grafico di *figura 9* il consumo del settore residenziale è identico a quello presentato nell'inventario energetico cittadino in quanto tutti i consumi sono direttamente connessi al fabbisogno degli edifici, al contrario le emissioni di CO₂ equivalente correlate sono superiori rispetto a quelle presentate in precedenza in quanto in quest'ambito non è stato considerato l'effetto di neutralizzazione delle emissioni dovuto alla generazione elettrica da biomassa e sono quindi legate al reale fabbisogno. Tale considerazione non è invece valida per gli altri settori (terziario e industriale) che vedono ridimensionati i consumi energetici in quanto principalmente legati alle esigenze produttive e di processo che non alla climatizzazione degli ambienti.

Figura 10: Consumi finali in energia primaria [tep] ed emissioni [tonCO₂eq], **per vettore energetico**, degli edifici del Comune di Faenza. Nessun effetto di annullamento delle emissioni dovuto all'impiego di biomasse per la generazione elettrica. Anno 2010



Consumi energetici finali ed emissioni degli edifici per vettore = 104.365 tep pari a 280.012 tCO₂eq

Anche nel caso degli edifici la principale causa di emissioni climalteranti è la combustione di gas naturale, responsabile del 69% delle emissioni totali. Nel presente studio il consumo di gas naturale (**72.049 tep**) è considerato quale quello necessario per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria degli edifici. Il contributo dell'energia fotovoltaica è considerato come riduzione del fabbisogno.

4.1.4 Produzione locale di energia elettrica da fotovoltaico del comparto edifici

I dati inerenti la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica per il Comune di Faenza sono stati ricavati dalle informazioni statistiche messe a disposizione dal GSE (Gestore Servizi Energetici) aggiornate a giugno 2012. La statistica del GSE permette di ricavare per il Comune di Faenza il numero di impianti installati con la potenza nominale di ogni impianto e la data di entrata in esercizio. Tali informazioni sono state confrontate con i dati messi a disposizione dal Comune di Faenza sugli impianti autorizzati e realizzati nel territorio comunale.

Elaborando i dati acquisiti è possibile fare alcune considerazioni statistiche che vengono di seguito riportate. Il numero di impianti e la potenza fotovoltaica installata è andata sempre incrementando dal 2006 ad oggi come è possibile rilevare dai diagrammi di *figura 11, 12 e 13*.

SOLARE FOTOVOLTAICO
Potenza singolo impianto e data entrata in esercizio

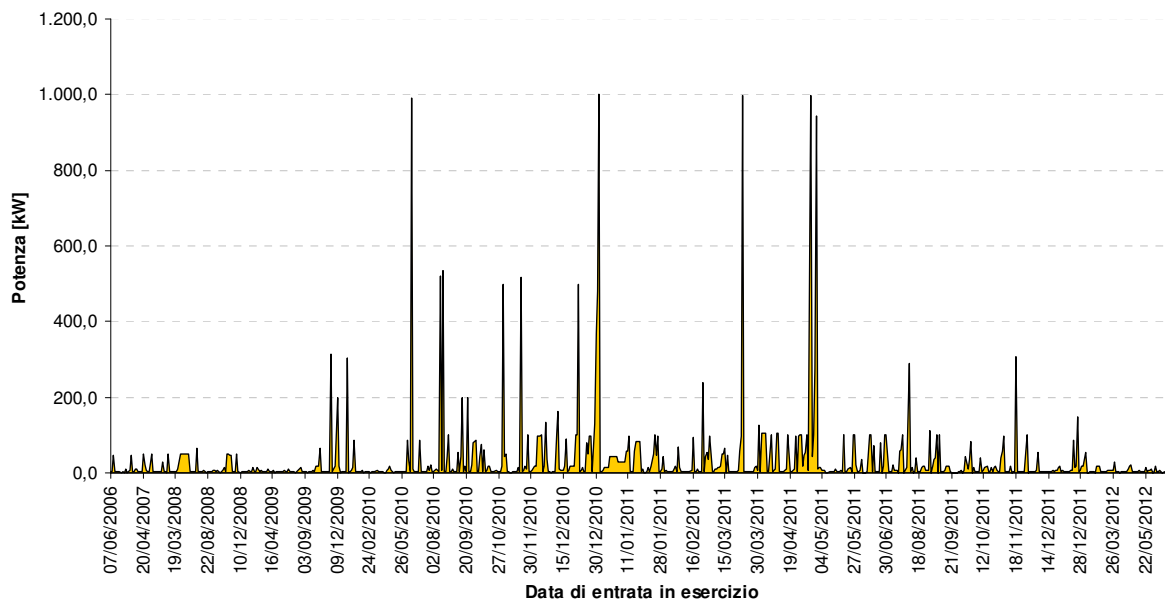


Figura 11: Potenza fotovoltaica installata e data di entrata in esercizio.

SOLARE FOTOVOLTAICO
Potenza annuale installata

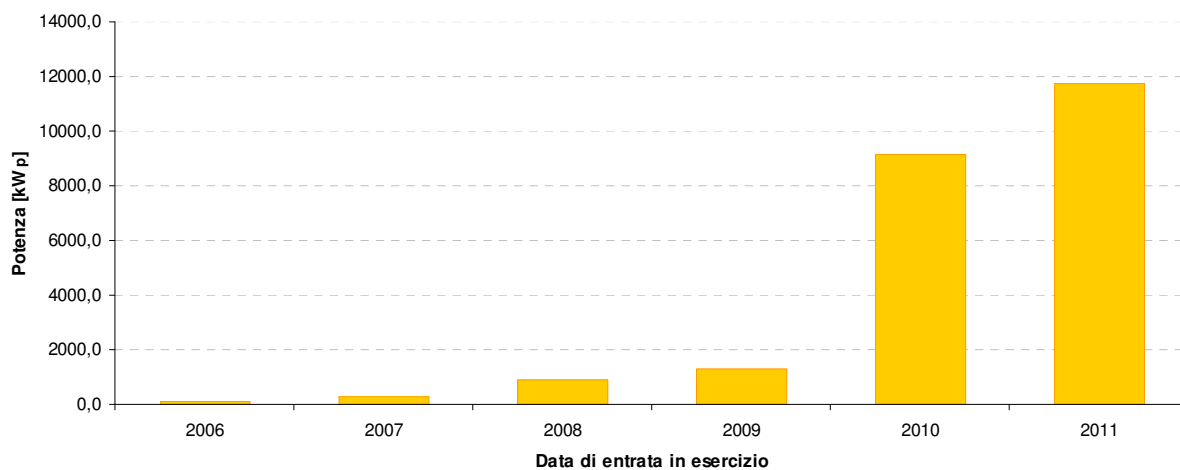


Figura 12: Potenza solare fotovoltaica installata ogni anno.

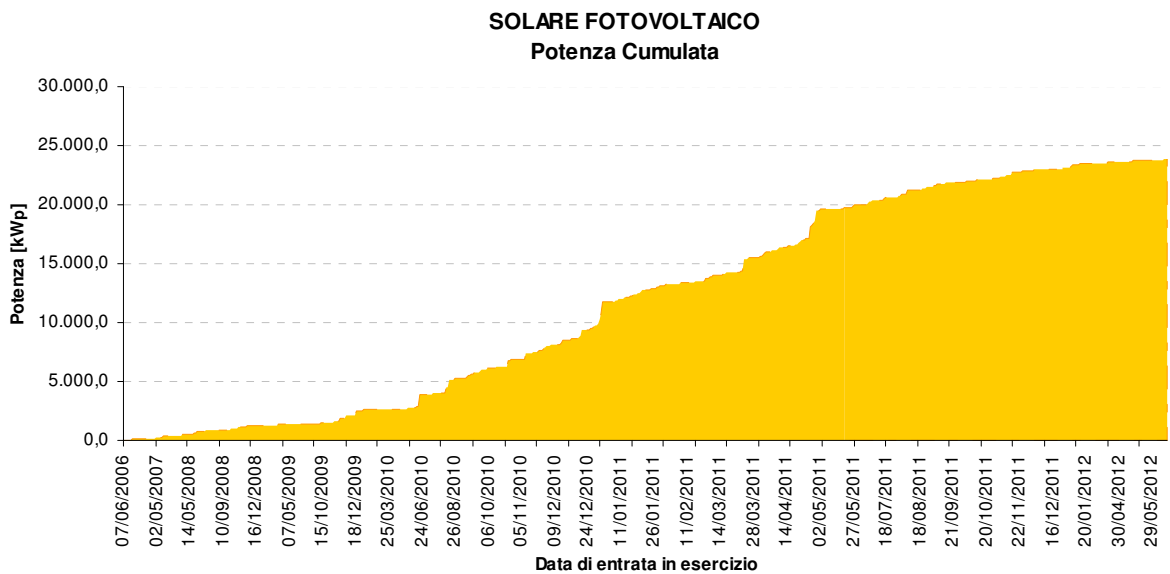


Figura 13: Potenza elettrica installata cumulata

Ad oggi a Faenza sono installati circa 24 MWp (potenza nominale di picco) di impianti fotovoltaici principalmente di taglia superiore a 50 kWp. Sono presenti numerosi impianti di modesta potenza ad uso residenziale per l'autoconsumo e soprattutto nel 2010 sono stati realizzati vari impianti a terra anche di grandi dimensioni e quindi di potenza rilevante (circa 1 MW).

Gli impianti di potenza maggiore di 50 kWp sono per la maggior parte installati a terra e sono adibiti alla completa cessione dell'energia elettrica prodotta alla rete elettrica nazionale. Mentre è possibile ritenere che gli impianti della potenza tra 20 e 50 kWp siano ad uso industriale e quelli più piccoli, di potenza inferiore a 20 kWp, siano prevalentemente ad uso residenziale. Nel grafico di *Figura 14* è possibile rilevare la quota di potenza installata per taglia di impianto.

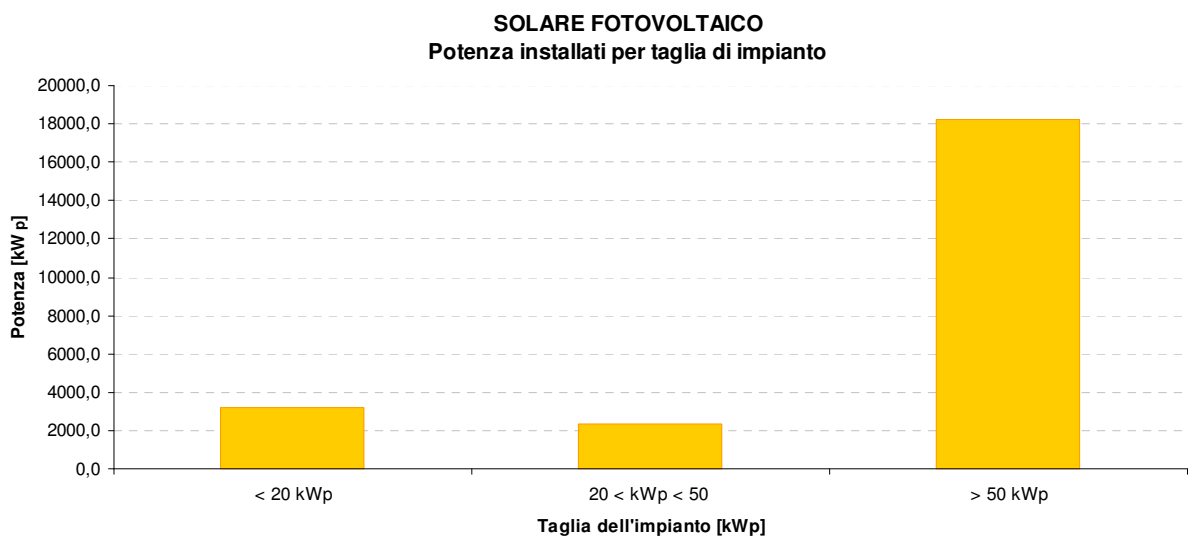


Figura 14: Potenza solare fotovoltaica installata per taglia di impianto.

L'energia prodotta annualmente dagli impianti fotovoltaici di Faenza è di circa 29.300 MWh corrispondenti a circa 5.500 Tep. Tale dato è stato stimato attribuendo una producibilità media annua di 1.150 kWh/kWp per gli impianti di potenza inferiore a 20 kWp, di 1.200 kWh/kWp per gli impianti di potenza tra 20 e 50 kWp e di 1.250 per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp.

Nella tabella di *figura 15* seguente sono stati aggregati per ogni anno i dati di potenza e i risultati delle elaborazioni circa la producibilità media annua attesa.

Anno	Potenza nominale di picco installata ogni anno [kWp]	Energia prodotta ogni anno [MWh]
2006	80,7	99,4
2007	302,4	372,4
2008	898,2	1.106,2
2009	1285,6	1.583,2
2010	9132,3	11.246,6
2011	11750,8	14.471,3
Giu.2012	377,6	465,0
TOTALE	23.828	29.344

Figura 15: Potenza installata aggregata per ogni anno e producibilità di energia elettrica attesa.

Gli impianti di potenza inferiore a 50 kWp, come precedentemente descritto, è possibile considerarli a servizio degli edifici e quindi ritenere che la loro produzione di energia elettrica, a livello di sistema urbano, sia completamente consumata dagli edifici stessi.

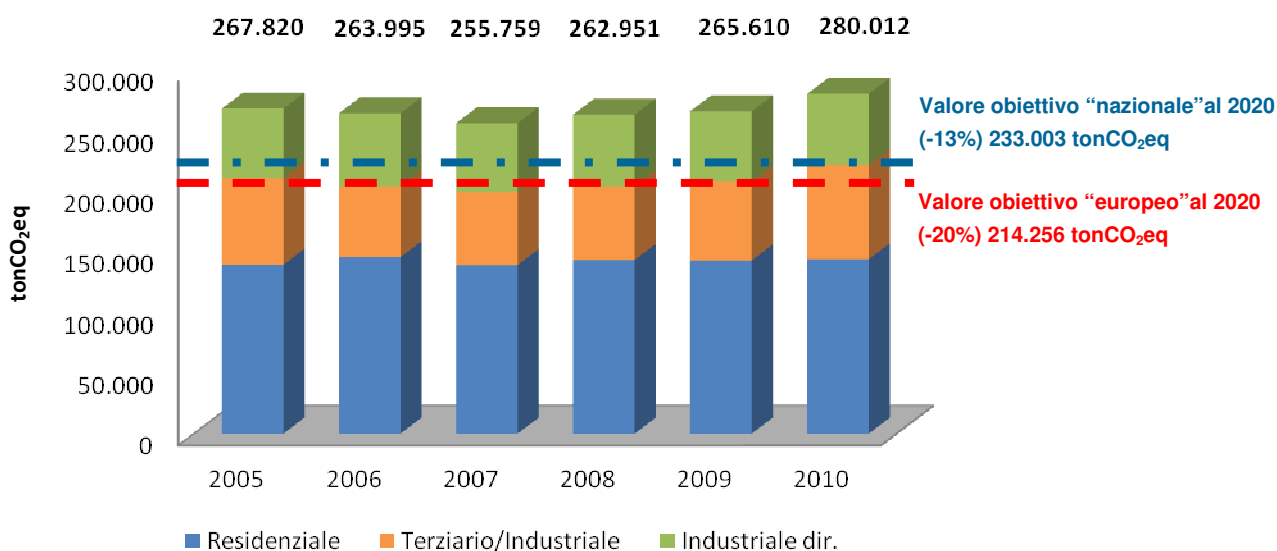
La produzione media annua complessiva degli impianti a servizio degli edifici è stimabile in 6.500 MWh/anno corrispondenti a circa 1.200 Tep/anno. Considerando che il consumo attuale degli edifici è di circa 104.000 Tep/anno di cui 31.000 Tep/anno di energia elettrica, risulta che gli impianti fotovoltaici comportano una copertura da fonte rinnovabile del 4% di energia elettrica e dell'1% dell'energia complessivamente consumata dagli edifici di Faenza (*precedente Figura 10*).

4.1.5 Confronto con l'obiettivo europeo di contenimento delle emissioni al 2020

Nel presente paragrafo è proposto il confronto tra i risultati ottenuti, in termini di emissioni complessive del comparto edifici, e l'obiettivo comunitario di riduzione delle emissioni climalteranti al 2020 concordato dagli Stati membri nel Consiglio di primavera del 8-9 marzo 2007⁴, pari al -20% rispetto alle emissioni inventariate per l'anno 2005.

A tal fine è stata ricostruita la serie storica dei dati di consumo energetico e delle emissioni del comparto edifici del periodo 2005-2010. Tale confronto è presentato nel grafico di *figura 16*, dove le due linee orizzontali rappresentano i valori obiettivo di contenimento delle emissioni da raggiungere entro il 2020 a livello comunitario (-20%) e a livello nazionale (-13%) come stabilito dalla Decisione Europea 406/2009/CE⁵. Per quanto riguarda il comparto edifici (residenziali, terziari e produttivi) le emissioni di gas serra si attestavano **nel 2005 ad un valore pari a 267.820 tonCO₂eq** (12.192 tonnellate di CO₂eq in meno rispetto al valore rilevato al 2010 – 280.012). Una riduzione del 20% rispetto a tale valore significa una **riduzione pari a 53.564 tonCO₂eq ed un valore obiettivo al 2020 di 214.256 tonCO₂eq**. Una riduzione del 13% rispetto al valore riscontrato al 2005 (267.820 tonnellate di CO₂eq) comporta una riduzione pari a **34.817 tonCO₂eq ed un valore obiettivo al 2020 di 233.003 tonCO₂eq**

Figura 16: Andamento storico delle emissioni di gas climalteranti [tonCO₂eq] degli edifici appartenenti al territorio urbano.



Andamento delle emissioni di CO₂eq degli edifici anni 2005-2010

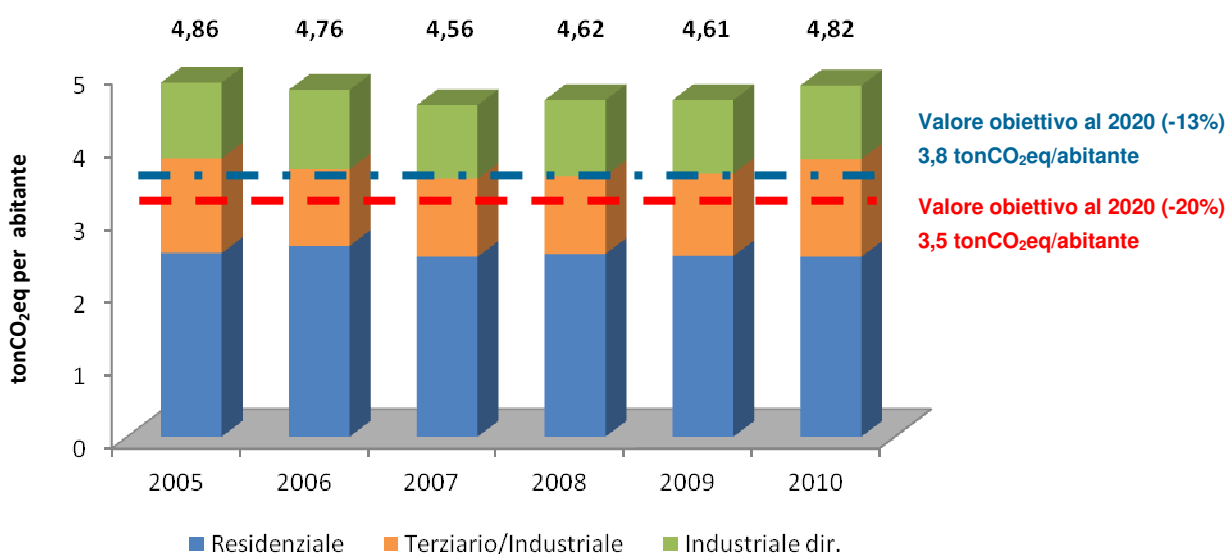
⁴ Consiglio dell'Unione Europea, Conclusioni della presidenza, 8 e 9 marzo 2007 (7224/1/07).

⁵ Decisione 406/2009/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio "Concernente gli sforzi degli Stati membri per ridurre le emissioni dei gas a effetto serra al fine di adempiere agli impegni della Comunità in materia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020", L'obiettivo della decisione è quello di stabilire il contributo minimo degli Stati membri all'adempimento dell'impegno assunto dalla UE di ridurre unilateralmente le emissioni di gas serra almeno del 20% al 2020 rispetto al 2005.

Dal grafico è possibile evincere come **le emissioni imputabili agli edifici abbiano subito un incremento tra il 2005 e il 2010 (da 267.820 tonCO₂eq a 280.012 tonCO₂eq)** principalmente dovuto all'incremento delle emissioni attinenti a edifici del terziario.

Tale effetto di incremento risulta smorzato se invece delle emissioni assolute si considerano le emissioni pro-capite (emissioni totali diviso il numero di abitanti) infatti, grazie all'incremento di popolazione, maggiore dell'incremento delle emissioni, i valori del 2010 (ab. 58.150) sono leggermente inferiori a quelli del 2005 (ab. 55.143) come mostrato nel grafico di *figura 17*.

Figura 17: Faenza - Andamento storico delle emissioni di gas climalteranti pro-capite [tonCO₂eq/abitante], degli edifici appartenenti al consolidato urbano.



Andamento delle emissioni di CO₂eq pro-capite degli edifici anni 2005-2010

Capitolo 4.2

Censimento e mappatura energetica degli edifici urbani

Nel presente capitolo sono stati analizzati seguenti aspetti tematici:

- La mappatura energetica degli edifici: inquadramento metodologico;
- Il censimento ai fini energetici degli edifici del territorio urbano;
- La mappatura energetica degli edifici;
- I Fabbisogni energetici e le caratteristiche del parco edilizio faentino;

Quando si affronta il tema dell'efficienza energetica in edilizia risulta subito chiaro che si ha a che fare con un esercizio di **natura dinamica**¹. Si tratta infatti di un processo che comprende un susseguirsi di momenti diversi: di misura, di definizione degli obiettivi, di sviluppo delle azioni e pianificazione degli interventi, di monitoraggio e verifica dei risultati, di ridefinizione degli obiettivi e/o delle azioni. Ogni piano che operi concretamente per il risparmio delle risorse ambientali, ed in particolare quelle energetiche, necessita di strumenti di sostegno e di gestione che siano a loro volta dinamici e ciclici.

In tale prospettiva gli **strumenti di contabilità energetica** costituiscono gli strumenti chiave “per saperne di più e, conseguentemente, decidere meglio” in quanto consentono di:

- valutare lo “stato di salute energetico” del parco edilizio preso a riferimento;
- pre-misurare, con dati realistici ed affidabili, gli effetti delle scelte operate;
- documentare l'evoluzione dei consumi “a consuntivo”, favorendo così il monitoraggio e la valutazione dell'efficacia delle misure introdotte;
- verificare e rigenerare le ipotesi di programmazione per giungere a una vera e propria programmazione dinamica;
- monitorare e conseguentemente formalizzare il raggiungimento degli obiettivi al 2020.

L'obiettivo del presente studio, in particolare, è quello di affiancare alla pianificazione urbanistica di dettaglio (POC per gli “ambiti per i nuovi insediamenti” e RUE per la “città consolidata”) uno **strumento di contabilità dinamico**, adeguato a pianificare, gestire e monitorare la sostenibilità energetica del comparto edifici al fine di supportare le misure, le azioni normative e le politiche di incentivazione che l'amministrazione comunale vorrà intraprendere per orientare i consumi energetici verso direzioni di razionalizzazione e risparmio.

¹ Fonte: “La natura del conto. Contabilità ambientale: uno strumento per lo sviluppo sostenibile” Edizioni Ambiente

L'implementazione di uno strumento di contabilità energetica per il Comune di Faenza ha consentito di attribuire, in un sistema GIS (*Geographic Information Systems*), un indice di prestazione energetica² (EP_{tot}) stimato, rappresentativo del fabbisogno di energia primaria riferito all'unità di superficie (m²), per il riscaldamento e la produzione di acqua calda di ogni edificio del territorio urbano di Faenza.

La determinazione dell'indice di prestazione energetica ha poi consentito di determinare la classe di prestazione energetica o classe energetica di ciascun edificio e di "mappare lo stato di salute" energetico stimato.

L'attribuzione puntuale, ad ogni edificio, di un indice di consumo ha infine consentito, tramite le funzioni automatiche del GIS, di aggregare i dati di consumo specifici per ambito, per sotto-ambito, per età degli edifici, per tipologia dei tessuti o nel modo ritenuto più utile per conoscere lo stato di salute energetico degli edifici e stimare l'efficacia di alcune azioni indirizzate a promuovere il risparmio energetico nel settore edilizio.

Il presente capitolo tratta in particolare della metodologia con cui è stato determinato l'indice di prestazione energetica di ogni edificio ed è stata realizzata la mappatura energetica in base all'indice di prestazione energetica così determinato. I risultati dell'indagine sono rappresentati in figura 2-3-4-5 del paragrafo 4.2.3 "La mappatura energetica degli edifici".

² *Indice di prestazione energetica*: è la quantità di energia primaria per unità di superficie dell'edificio richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto e per riscaldare l'acqua per uso sanitario.

4.2.1 La mappatura energetica: inquadramento metodologico

Per lo sviluppo di una metodologia che permettesse di ricavare una stima attendibile dei consumi energetici specifici alla scala dell'edificio sulla base di un numero ristretto di macroparametri (quali superficie in pianta, altezza in gronda e al colmo del tetto, volume, età,) si è assunto come riferimento uno studio sviluppato dal Prof. Arch. Giuliano Dall'O' del Politecnico di Milano nell'ambito del progetto denominato "Progetto BEMS" (*Building Energy Mapping System - 2006*).

Tale metodologia ha consentito di attribuire, in un sistema GIS (*Geographic Information Systems*), un indice di prestazione energetica caratteristico (EP_{tot}) ad ogni edificio, ricercando in tal modo un'immagine puntuale dei consumi e delle caratteristiche energetiche di ogni edificio.

In tale lavoro è stata assunta come affidabile una correlazione, diversificata per epoca costruttiva (classi di età) degli edifici, fra il "rapporto di forma S/V" dell'edificio (Superficie disperdente/Volume riscaldato) ed il fabbisogno energetico specifico in energia primaria misurato in kWh/m²anno.

L'applicazione della metodologia sviluppata nell'ambito del Progetto BEMS al territorio faentino ha richiesto però la ri-definizione delle funzioni di correlazione (rette di correlazione) tra il Rapporto di Forma S/V e il Fabbisogno energetico specifico in energia primaria utilizzando dati reali tipici del territorio faentino. A tal fine sono stati studiati (in modo puntuale e rigoroso) numerosi "edifici campione" ubicati nel territorio urbano di Faenza esaminando gli attestati di certificazione e qualificazione energetica redatti ai sensi della DAL 156/2008. Sulla base dei dati di dettaglio degli edifici campione si sono ricavate le relazioni specifiche che legano il Fabbisogno energetico al Rapporto di forma S/V per le classi di età ri-definite, per il territorio faentino, sulla base delle suddivisioni ISTAT.

Nei paragrafi che seguono vengono evidenziate le differenze riscontrate fra i valori di fabbisogno energetico degli edifici faentini e quanto determinato dalle rette di correlazione definite nel sopraccitato "Progetto BEMS". Alla luce delle differenze riscontrate, è stata appurata l'impossibilità di utilizzare le funzioni di correlazione definite nell'ambito del progetto BEMS suddetto e sono state quindi determinate nuove funzioni di correlazione fra EP_{tot} e Rapporto di forma S/V idonee per rappresentare il patrimonio edilizio faentino.

Si è poi proceduto ad un vero e proprio "censimento" ai fini energetici degli edifici del centro urbano di Faenza finalizzato all'acquisizione dei parametri necessari per il calcolo del Rapporto di forma S/V per ogni edificio.

Alcuni parametri sono stati dedotti dal Sistema Informativo Territoriale del Comune (quali poligoni catastali, area lorda di base, perimetro dell'edificio) mentre altri sono stati rilevati in sito durante i sopralluoghi effettuati (quali altezza in gronda, altezza massima, numero di piani). Infine, altri parametri sono stati dedotti da carte tematiche disponibili presso il Settore Territorio del Comune (quali età degli edifici, numero di piani, ecc.) e confrontati con le evidenze derivate dai sopralluoghi.

La valutazione del fabbisogno energetico è stata eseguita attribuendo ad ogni edificio, in funzione della classe d'età d'appartenenza, la relativa equazione (funzione) di correlazione energetica. Introducendo nell'equazione di correlazione energetica di ogni edificio il Rapporto di forma S/V è stato possibile determinare il fabbisogno complessivo di energia primaria per unità di superficie (EP_{tot}) di ciascun edificio. La determinazione del fabbisogno complessivo di energia primaria per unità di superficie (EP_{tot}) di ciascun edificio ha infine consentito di attribuire la classe energetica corrispondente, determinata secondo la classificazione attualmente vigente in Regione Emilia Romagna (DAL 156/2008). A seguito delle elaborazioni dei dati, trattati in ambiente GIS (*ArcGIS 9.2*), è stato possibile attribuire una diversa colorazione ad ogni edificio in base alla classe energetica riscontrata e "mappare" il risultato.

L'attività di censimento ai fini energetici degli edifici ha quindi consentito di definire un'"immagine energetica preliminare" del patrimonio edilizio faentino.

Lo sviluppo del sistema di certificazione regionale consentirà infine, a completamento dell'attività, di attingere alla banca dati regionale degli attestati di certificazione energetica per inserire nello strumento di contabilità i dati "certificati" della classe energetica (o meglio dell'indice di prestazione energetica EP_{tot}) in graduale sostituzione di quelli stimati nel presente lavoro.

Arrivati a tale stadio del lavoro, l'immagine energetica del patrimonio edilizio faentino sarà affidabile e "certificata".

L'implementazione di uno strumento di contabilità e mappatura energetica degli edifici ha richiesto lo sviluppo organizzato delle seguenti fasi di lavoro di seguito descritte:

- **Raccolta delle certificazioni energetiche degli edifici faentini**
- **Ridefinizione delle fasce d'età degli edifici**
- **Confronto tra le rette di correlazione dell'area Milanese e i dati del Faentino**
- **Definizione delle rette di correlazione del territorio faentino**
- **Censimento ai fini energetici degli edifici**
- **Valutazione del fabbisogno energetico degli edifici (EP_{tot}) e la relativa mappatura energetica**

> Raccolta delle certificazioni energetiche degli edifici faentini

Al fine di definire le rette di correlazione fra l'indice di prestazione energetica EP_{tot} ed il rapporto S/V per il territorio faentino sono state raccolte numerose Certificazioni Energetiche ed Attestati di Qualificazione Energetica effettivamente redatti su edifici dell'ambito urbano consolidato di Faenza.

Sono state utilizzate certificazioni energetiche o attestati rilasciati con riferimento ad atti di compravendita e non certificazioni rilasciate in seguito ad interventi di ristrutturazione edilizia o riefficientamento energetico in quanto non indicative del fabbisogno energetico dell'edificio all'età di edificazione.

I documenti reperiti ed utilizzati sono stati complessivamente 66; le informazioni ricavate dalle certificazioni o dagli attestati per ogni edificio sono:

- l'età;
- il volume;
- la superficie disperdente;
- la superficie utile;
- il rapporto di forma S/V;
- EP_i per la climatizzazione invernale;
- EP_{acs} per la produzione di acqua calda sanitaria;
- EP_{tot} complessivo.

La definizione dell'età di costruzione dell'edificio non è spesso presente sulle certificazioni o gli attestati. Tale dato è stato quindi rintracciato dalle informazioni fornite dai proprietari, qualora non sia stato possibile trovare informazioni attendibili, la datazione degli edifici oggetto delle certificazioni è stata ricavata dalla Tavola di Quadro Conoscitivo del PSC dell'Ambito faentino (2010) "*Sistema del Territorio Urbanizzato – Analisi cronologica degli edifici del centro urbano di Faenza*". Le informazioni raccolte sono state utilizzate in primo luogo per il confronto con le rette di correlazione energetica definite nel sopraccitato progetto BEMS ed in seguito per la definizione di rette di correlazione del territorio faentino.

> Definizione delle fasce d'età degli edifici

Nell'ambito del Progetto BEMS, il Prof. Dall'O' fornisce l'equazione delle diverse rette, in funzione della classe di età degli edifici. La suddivisione in classi d'età adottata dal Progetto BEMS è la seguente:

- prima del 1919
- dal 1919 al 1945
- dal 1946 al 1960
- dal 1961 al 1982
- dal 1983 al 2002
- dal 2002 al 2006

Nelle mappe tematiche del Quadro Conoscitivo del PSC dell'Ambito faentino (2010) "Sistema del Territorio Urbanizzato – Analisi cronologica degli edifici del centro urbano di Faenza" la suddivisione in classi di età è diversa, con ripartizioni spesso ogni 10 anni. Inoltre il censimento del patrimonio edilizio italiano svolto dall'ISTAT³ prevede un'ulteriore suddivisione adottata anche dalla Protezione Civile per il rilievo a fini sismici degli edifici, pertanto si è deciso di realizzare una aggregazione degli edifici per classi di età omologate alle classificazione ISTAT, coerentemente con il rilievo a fini sismici della Protezione Civile. Nella tabella di *figura 1*, dove è riportata la classificazione adottata dal Comune di Faenza e quella ISTAT, si evince la modalità di aggregazione delle classi di età utilizzata per il presente lavoro.

Edifici per classi di età (Comune di Faenza)	Edifici per classi di età (ISTAT)
<1812	a) <1919
1812-1899	
1900-1919	
1920-1929	b) 20-45
1930-1939	
1940-1944	
1945-1949	c) 46-74
1950-1959	
1960-1969	
1970-1979	d) 75-81
1980-1989	e) 82-91
1990-1999	f) 92-2002
2000-2009	g) 2003-2007
>2009	h) >2008

> Confronto tra le rette di correlazione del Milanese e i dati del Faentino

Metodologia per valutare l'affidabilità della correlazione

Per verificare il grado di rappresentatività che le funzioni matematiche del Politecnico di Milano hanno in relazione ai dati degli edifici del faentino è stato utilizzato il coefficiente di correlazione di Bravais e Person che è definito dalla seguente formula:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

dove le medie delle due serie di dati sono definite come segue:

³ Istituto Nazionale di Statica.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

L'indice statistico R misura il tipo (con il segno + o -) e il grado (con il valore assoluto) di interdipendenza tra le due variabili.

Il segno indica il tipo di associazione:

- positivo, quando le due variabili aumentano o diminuiscono insieme,
- negativo, quando all'aumento dell'una corrisponde una diminuzione dell'altra o viceversa.

Il valore assoluto varia da 0 a 1:

- è massimo (uguale a 1) quando c'è una perfetta corrispondenza lineare tra X e Y;
- tende a ridursi al diminuire della corrispondenza ed è zero quando essa è nulla.

Il coefficiente di correlazione di *Bravais e Person* varia quindi tra -1 ed 1 ed in particolare:

- vale -1 se tra Y e la X sussiste un perfetto legame lineare e i due caratteri sono discordi;
- vale 0 se i due caratteri sono indipendenti e non vi è una correlazione significativa fra le due serie di dati;
- vale 1 se tra Y e la X sussiste un perfetto legame lineare e i due caratteri sono concordi.

Valutazione delle funzioni di prestazione energetica del progetto BEMS

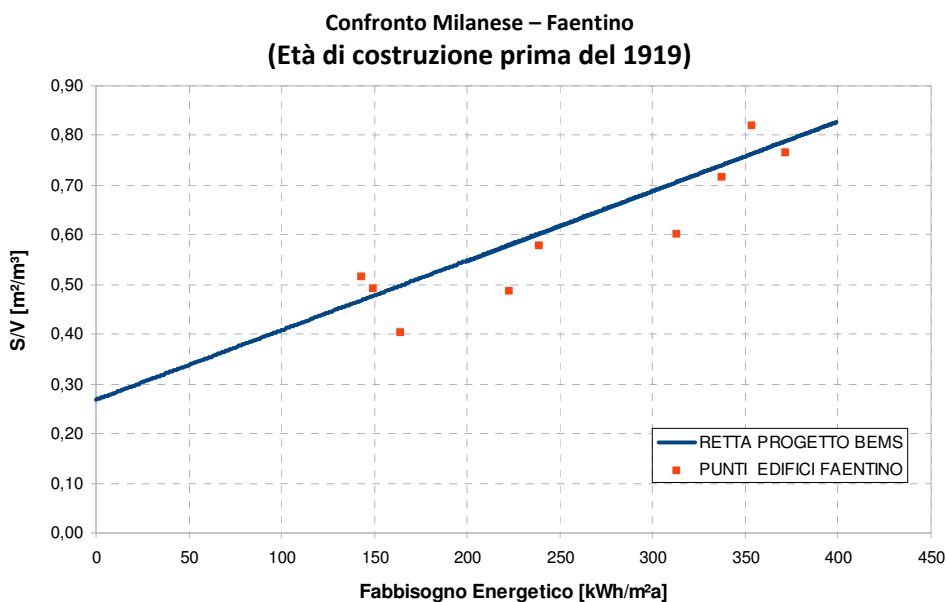
Al fine di valutare l'applicabilità dei risultati dello studio del Politecnico di Milano nel territorio faentino, le rette del progetto BEMS sono state confrontate con i dati delle certificazioni energetiche secondo lo schema di classificazione per età riportato nella tabella seguente:

Classi d'età ISTAT	Classi di età progetto BEMS
a) <1919	prima del 1919
b) 20-45	dal 1919 al 1945
c) 46-74	dal 1946 al 1960
d) 75-81	dal 1961 al 1982
e) 82-91	dal 1983 al 2002
f) 92-2002	
g) 2003-2007	dal 2002 al 2006

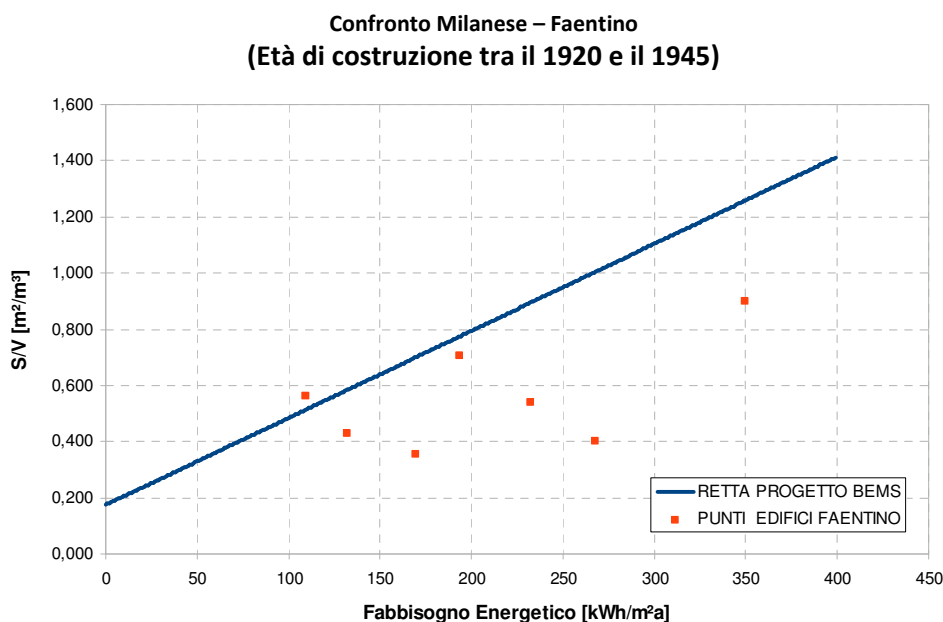
Nelle pagine che seguono sono riportati alcuni grafici che rappresentano i punti (di colore rosso) relativi ad alcuni edifici noti del territorio faentino. I punti sono messi in relazione alle rette di correlazione (di colore

blu) proposte dal Politecnico di Milano per le classi di età definite nel citato Progetto BEMS. Per ogni grafico è inoltre riportato il risultato del calcolo del coefficiente di correlazione (R) tra le due variabili.

Al fine di interpretare meglio i grafici di seguito riportati è opportuno specificare che se i punti sono prossimi alla retta allora il coefficiente di correlazione tenderà ad essere uguale ad 1 e quindi è possibile ritenere che la retta (o funzione) ben approssima la distribuzione dei punti. Viceversa se i punti non sono prossimi alla retta la funzione non è da ritenersi idonea per essere utilizzata ai fini del presente studio.

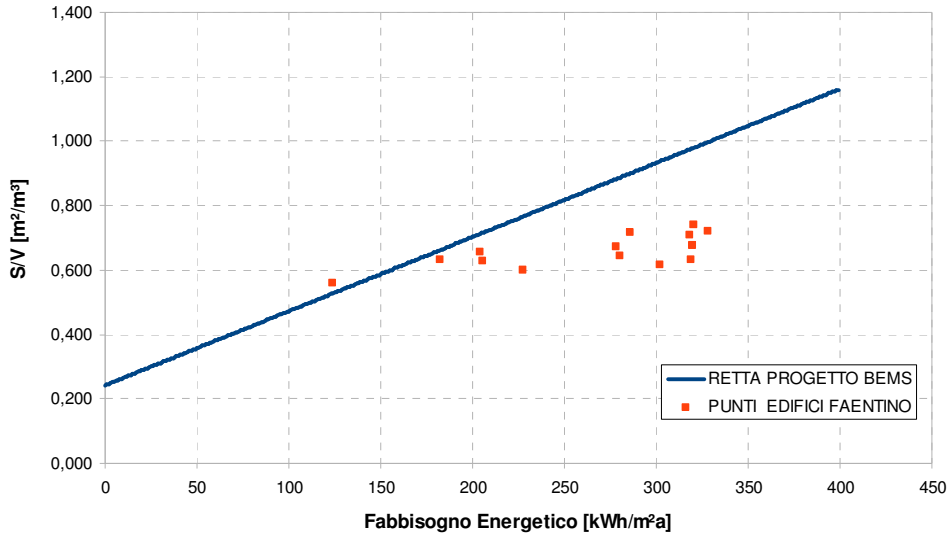


Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta $R = 0,904$.



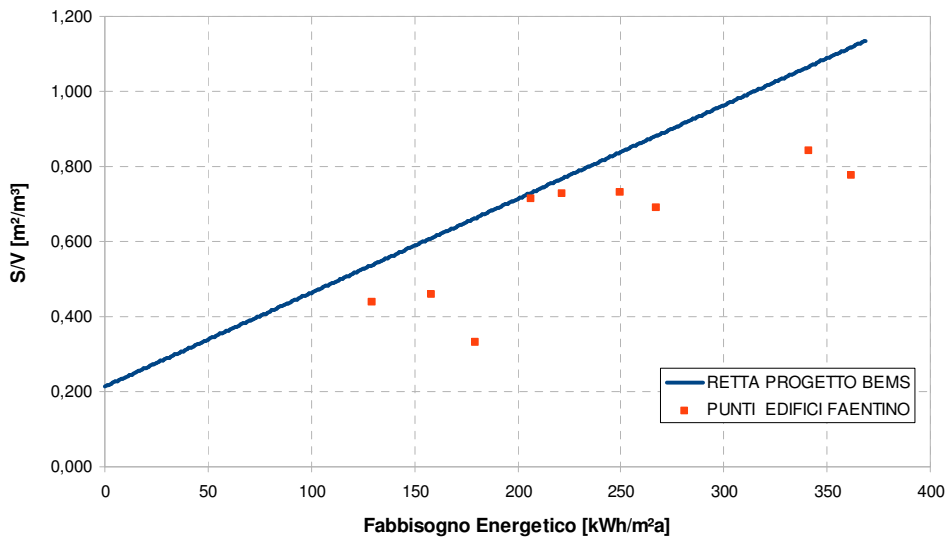
Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta di $R = -0,043$.

**Confronto Milanese – Faentino
(Età di costruzione tra il 1946 e il 1974)**



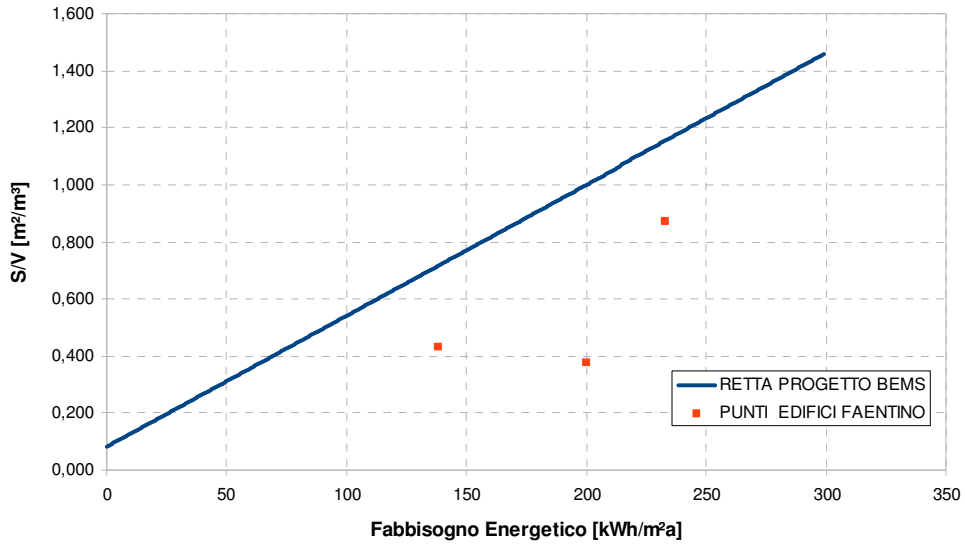
Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta di $R = 0,713$.

**Confronto Milanese – Faentino
(Età di costruzione tra il 1975 e il 1981)**



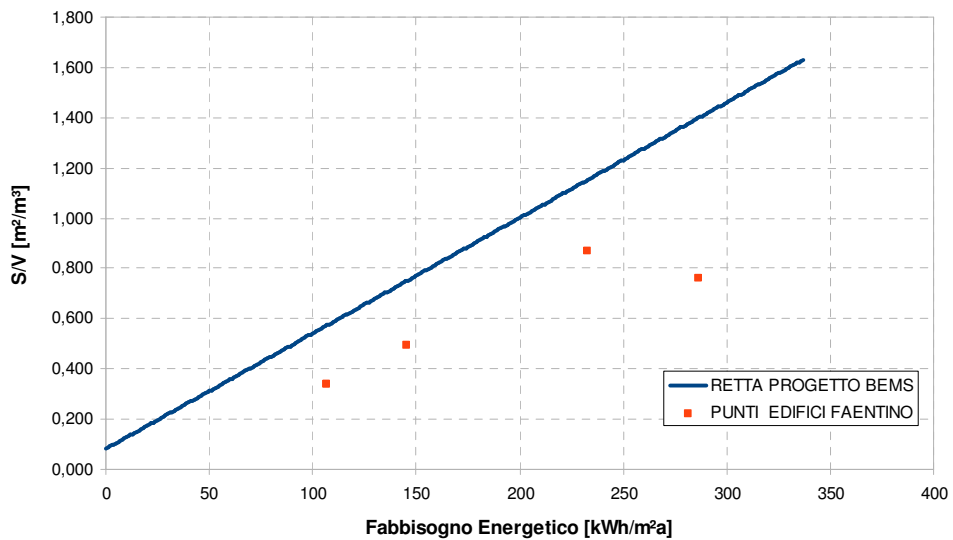
Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta di $R = 0,828$.

**Confronto Milanese – Faentino
(Età di costruzione tra il 1982 e il 1991)**



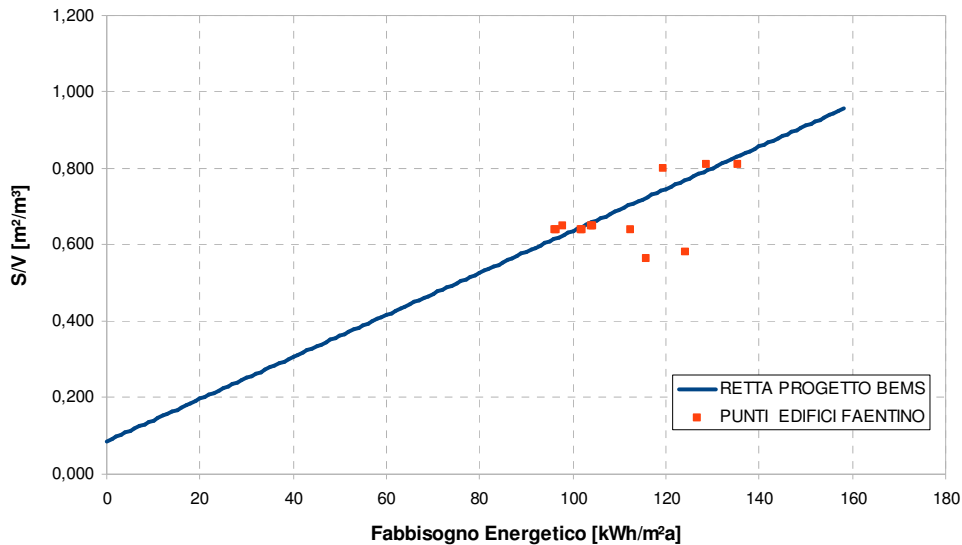
Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta di $R = 0,692$.

**Confronto Milanese – Faentino
(Età di costruzione tra il 1992 e il 2002)**



Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta di $R = 0,922$.

**Confronto Milanese – Faentino
(Età di costruzione tra il 2003 e il 2007)**



Il coefficiente di correlazione tra le due variabili risulta di $R = 0,563$.

E' possibile notare che il calcolo del coefficiente di correlazione (R), che è una misura dell'intensità dell'associazione tra le due variabili, ha portato a risultati prossimi a 1 o comunque maggiori di 0,5 in tutte le fasce d'età tranne che per il periodo dal 1920 al 1945 dove R risulta circa uguale a 0.

L'analisi di correlazione porta quindi a concludere che per la maggior parte delle epoche costruttive le due variabili sono concordi e sussiste una buona correlazione lineare fra le stesse.

Si evidenzia quindi che i risultati dello studio condotto sul territorio faentino sono tendenzialmente concordi con i risultati del progetto BEMS, ovvero i coefficienti angolari delle due linee di tendenza sono circa uguali. Graficamente è tuttavia possibile notare che i punti rappresentativi degli edifici del faentino di cui è nota la certificazione energetica sono collocati maggiormente sotto le rette del milanese quindi che gli edifici del comprensorio di Faenza consumano di più rispetto a quelli del territorio di Milano. Tale differenza non risulta più evidente nel periodo dal 2003 al 2007 quando il rispetto del D.Lgs 192/2005 relativo alla rendimento energetico in edilizia ha portato ad una maggiore uniformità nel paese delle prestazioni energetiche degli edifici.

In conclusione si può rilevare che per talune classi di età le rette definite dal Politecnico di Milano sono abbastanza affidabili mentre per altre si notano scostamenti significativi.

Queste differenze possono derivare da numerosi fattori fra i quali, a titolo non esaustivo:

- diversi modi di edificare (specialmente in epoche più lontane) sia per materiali sia per pregio;
- caratteristiche climatiche diverse delle due zone che portavano ad esempio a diversi modi di coibentare termicamente le abitazioni;
- diverse metodologie di calcolo dell'indice di prestazione energetica (EP_{tot});

- inserimento o assenza del consumo derivante dall'acqua calda sanitaria nel calcolo dell' EP_{tot} ;

Per tali ragioni si è ritenuto inopportuno utilizzare i dati del progetto BEMS (anche se autorevoli) e si procederà nei paragrafi che seguono alla ridefinizione delle rette di correlazione adeguate a rappresentare il territorio faentino.

> Definizione delle rette di correlazione del territorio faentino

Regressione lineare e analisi di adeguatezza del modello

Per determinare le rette di correlazione energetica partendo dai punti $(S/V, EP_{tot})$ del comprensorio di Faenza si è eseguita una regressione lineare; si è cioè ricavato un modello statistico predittivo utilizzando un polinomio del primo ordine.

Una criterio per verificare la validità della regressione utilizzata è quello di utilizzare il coefficiente di determinazione R^2 che esprime l'intensità della relazione in merito alla quantità d'informazione su una variabile Y che si ricava dalla conoscenza del valore di una certa variabile osservata \hat{Y} . In altre parole serve per misurare quanto della variabile dipendente Y sia predetto dalla variabile indipendente \hat{Y} ; quindi per valutare l'utilità dell'equazione di regressione nella previsione dei valori della Y .

Il coefficiente di determinazione R^2 in un campione di n dati, è dato dalla seguente espressione:

$$R^2 = \frac{\text{Devianza della regressione}}{\text{Devianza totale}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

- \hat{Y}_i è il dato i -esimo stimato dal modello ottenuto dalla regressione;
- Y_i è il dato i -esimo osservato;
- \bar{Y} è la media dei dati osservati.

Il valore del coefficiente di determinazione R^2 :

- è uguale a 0, quando le due variabili sono completamente indipendenti;
- è tanto più elevato quanto più la retta passa vicino ai punti osservati, fino a raggiungere 1 quando tutti i punti sperimentali sono collocati esattamente sulla retta.

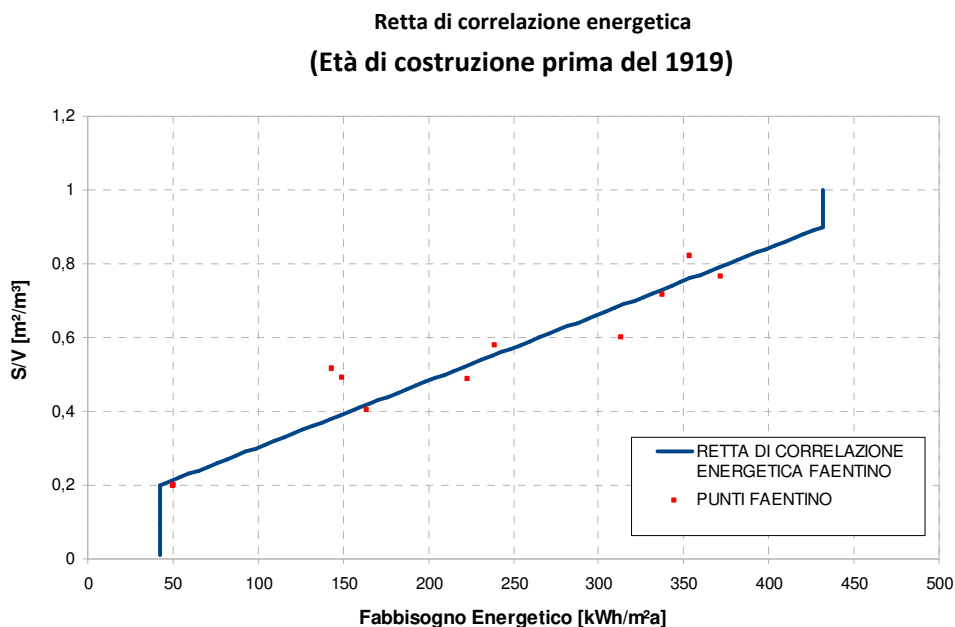
La valutazione della significatività del valore di R^2 calcolato su una regressione, è in stretto rapporto con la disciplina studiata e il settore nel quale è applicata. Ai fini del presente studio si ritiene sufficientemente adeguato un valore di $R^2 > 0,7$.

Le nuove rette di correlazione energetica per il territorio faentino

Da una prima analisi delle equazioni delle rette di regressione ricavate per il comprensorio di Faenza si è riscontrato che per valori del rapporto di forma S/V bassi il fabbisogno energetico (EP_{tot}) risulta negativo. Tale risultato, presente anche nelle rette ricavate dal progetto BEMS, non è evidentemente plausibile e riscontrabile nella realtà. Alla luce di questa considerazione si è ritenuto opportuno modificare le rette introducendo dei limiti nei valori assunti dall' EP_{tot} ponendo gli estremi di variazione similmente alla legislazione vigente in 0,2 e 0,9.

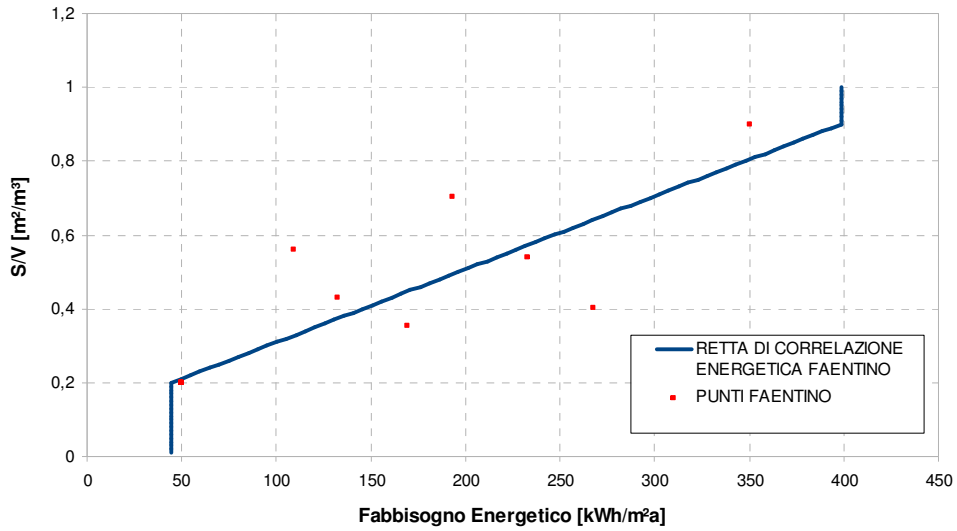
Per la definizione della retta di correlazione energetica per gli edifici realizzati posteriormente al 2008, non essendo disponibili dati reali di certificazioni energetiche, sono stati considerati i limiti di legge definiti dalla Delibera dell'Assemblea Legislativa (DAL) n°156/08 dell'Emilia Romagna in vigore a partire da quell'anno.

Di seguito si riportano le nuove rette di correlazione energetica valide per il comprensorio di Faenza. E' stato inoltre indicato il coefficiente di determinazione R^2 , calcolato considerando i punti aggiuntivi introdotti (50;0,2) per rispettare la seconda assunzione sopra descritta, ed il coefficiente di correlazione R calcolato non considerando i punti introdotti. Il calcolo del coefficiente di correlazione R in questo contesto indica quanto sono concordi le due variabili: fabbisogno energetico dei punti e fabbisogno ricavato dalla retta di correlazione energetica del faentino così definita.



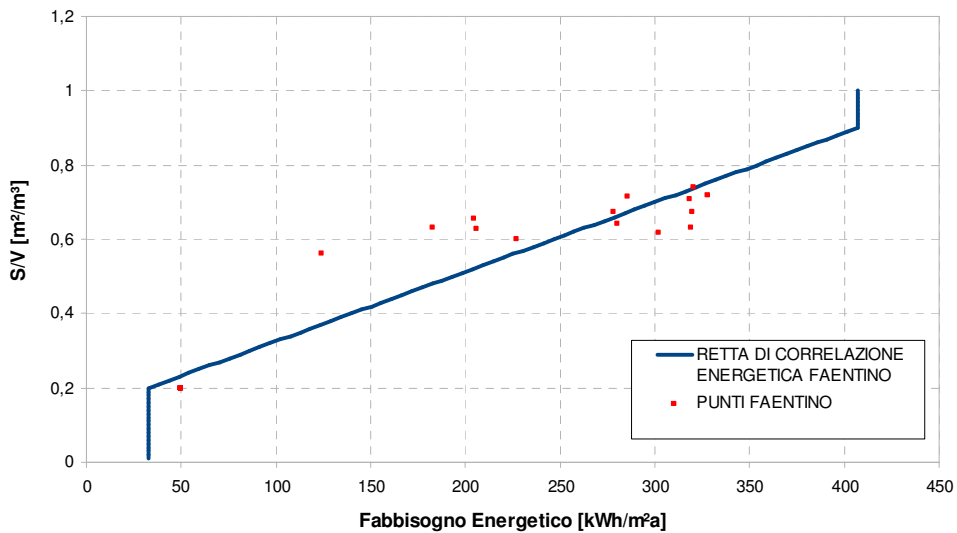
Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,952$; $R = 0,904$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione prima del 1920 ed il 1945)**



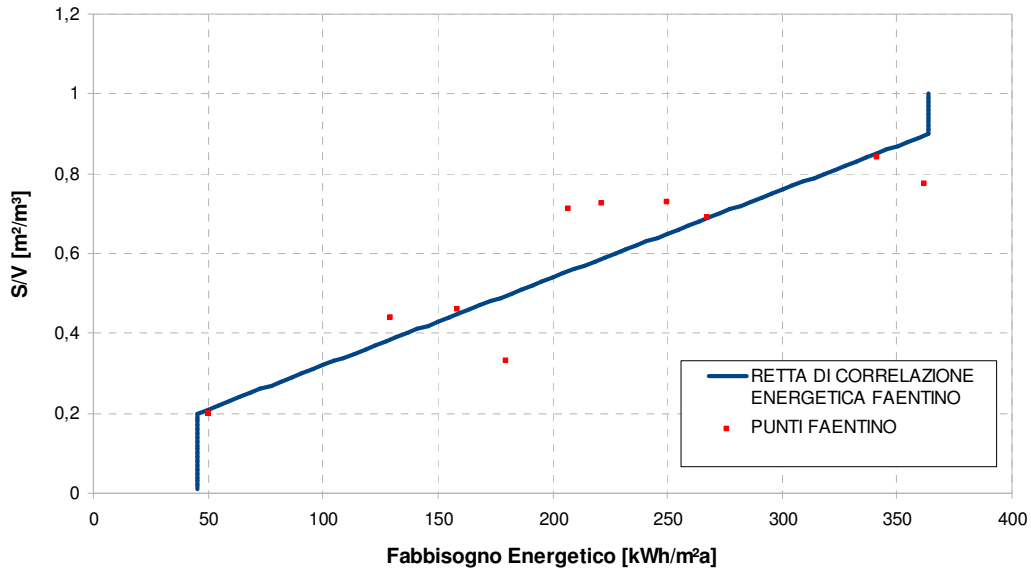
Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,760$; $R = 0,562$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione prima del 1946 ed il 1974)**



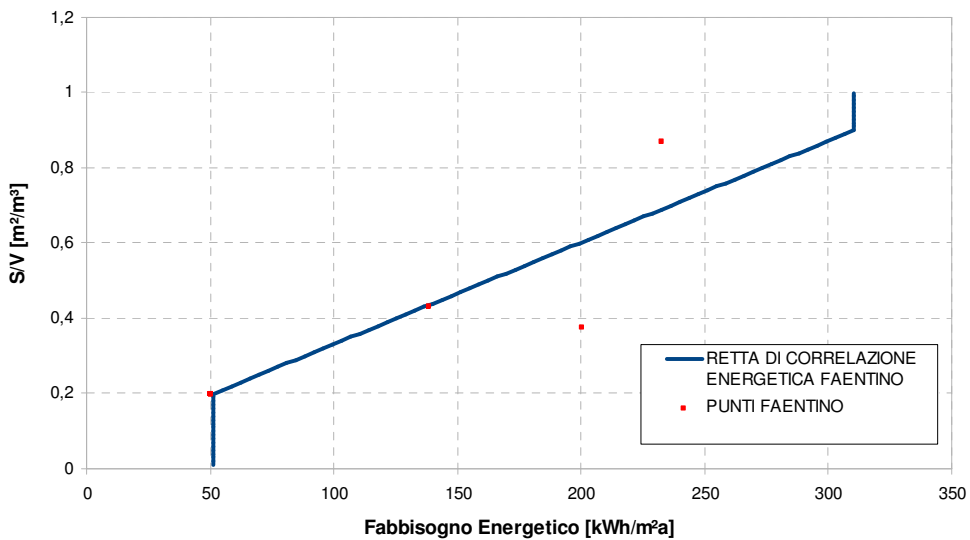
Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,900$; $R = 0,713$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione prima del 1975 ed il 1981)**



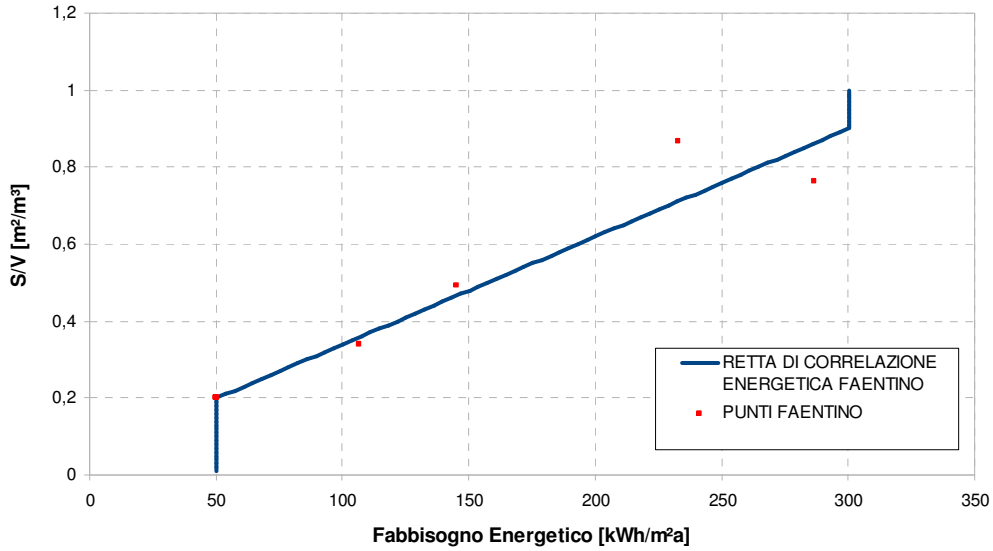
Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,916$; $R = 0,810$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione prima del 1982 ed il 1991)**



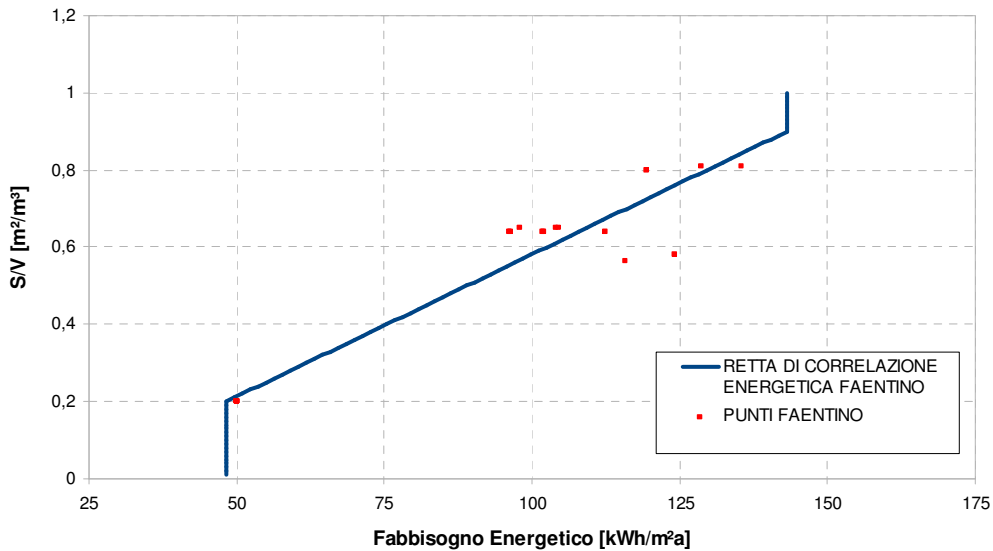
Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,811$; $R = 0,692$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione prima del 1992 ed il 2002)**



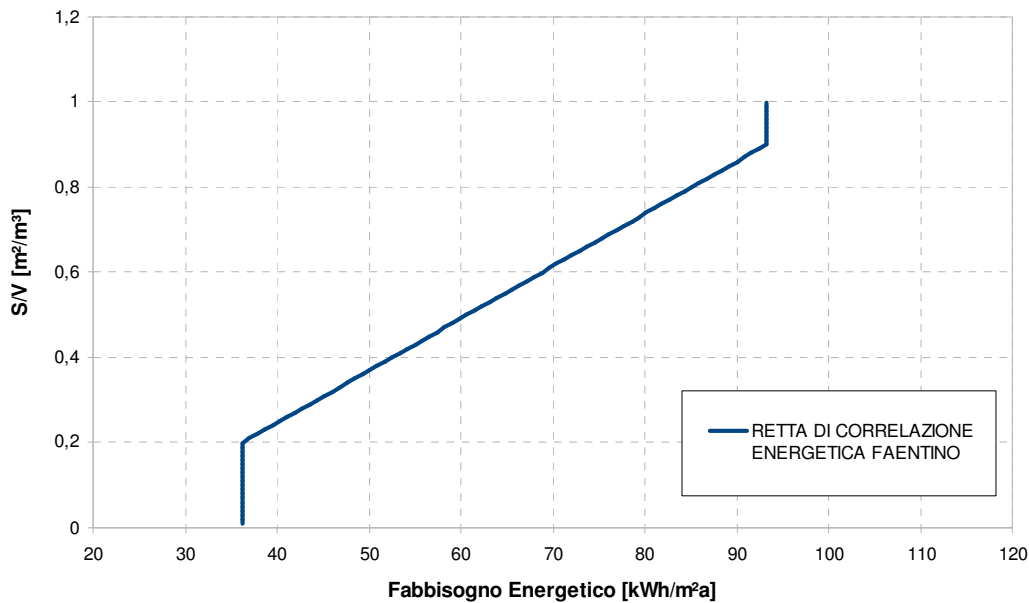
Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,947$; $R = 0,922$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione prima del 2003 ed il 2007)**



Il valore degli indici risulta: $R^2 = 0,934$; $R = 0,563$.

**Retta di correlazione energetica
(Età di costruzione maggiore 2008)**



Il valore degli indici risulta: $R^2 = 1$; $R = 1$.

E' possibile notare che il coefficiente di determinazione (R^2) è sempre maggiore di 0,7 quindi il modello della regressione lineare ben rappresenta i punti (Fabbisogno; S/V) degli edifici del faentino. Ovviamente tale risultato è condizionato dall'inserimento dei punti fittizi (50; 0,2).

Il coefficiente di correlazione (R) risulta in molti casi prossimo ad 1 o comunque maggiore di 0,7 mentre per i periodi 1920-1945 e 2003-2007 risulta circa uguale a 0,6. L'analisi di correlazione porta quindi a concludere che per la maggior parte delle epoche costruttive le due variabili sono concordi e sussiste una buona correlazione lineare fra le stesse. Graficamente è inoltre possibile notare che le rette rappresentano in modo adeguato il fabbisogno energetico degli edifici considerati in quanto i punti sono distribuiti uniformemente sopra e sotto le rette.

4.2.2 Il censimento ai fini energetici degli edifici del territorio urbano

Al fine di determinare l'indice di prestazione energetica di ogni edificio e successivamente realizzare la classificazione e la mappatura energetica degli edifici si è reso necessario censire il patrimonio edilizio del territorio urbano di Faenza. La necessità principale dei rilievi condotti è stata quella di determinare le caratteristiche dimensionali di ogni edificio e quindi il suo rapporto di forma S/V. Tramite il rapporto di forma è infatti possibile, per mezzo delle rette di correlazione, determinare l'indice di prestazione energetica $E_{p_{tot}}$.

Inoltre l'attività di rilievo è stata utile per acquisire altri elementi degli edifici come alcuni aspetti strutturali e tipologici. I rilievi sono stati quindi condotti con una doppia finalità:

- acquisire i parametri necessari per la mappatura energetica degli edifici;
- acquisire contemporaneamente informazioni inerenti le caratteristiche degli edifici dal punto di vista strutturale e tipologico (caratteristiche architettoniche influenti sull'urbanistica).

I principali parametri d'interesse energetico sono stati:

- l'altezza dell'edificio (di gronda e massima);
- il numero di piani (fuori terra ed interrati);
- le finestre (percentuale di superfici trasparenti e opache, tipo di vetratura);
- la presenza di pannelli solari (termici o fotovoltaici).

mentre in relazione al rilievo ai fini simili della protezione civile sono stati rilevati anche altri parametri (più o meno quantitativi) quali:

- la tipologia edilizia;
- il colore dell'edificio;
- gli elementi di vulnerabilità sismica (quali regolarità in pianta e in elevazione, proprietà dello spessore murario...);
- i danni ed il degrado della struttura.

> Cartografia e dati derivati dal S.I.T. del Comune di Faenza

I dati comunali e ricavabili dal S.I.T. (Sistema Informativo Territoriale) sono dati cartografici in formato *raster* e dati in formato vettoriale GIS relativi agli edifici ed agli altri elementi del territorio. In particolare sono stati utilizzati i seguenti file tipo "*shape file*" ricavati dal SIT con le relative informazioni associate (attributi) che sono serviti come base per la gestione informatica del database del censimento:

- edifici (codice edificio, identificativi catastali);
- strade (nome della via e codice);
- civici (codice via, nome della via, numero del civico, codice edificio di appartenenza, identificazione catastale).

Di rilevante importanza ai fini dello studio sono state anche le informazioni ricavate dal SIT inerenti l'analisi cronologica degli edifici del centro urbano di Faenza, la tipologia degli edifici e il numero dei piani.

Sono state inoltre utilizzate come base cartografica tipo raster, le Carte Tecniche Regionali (CTR) in scala 1:5.000 del territorio georiferite nel sistema Gauss-Boaga. Per individuare l'identificativo censuario di ogni edificio utilizzato nel censimento di ISTAT sono state inoltre utilizzate le immagini delle sezioni di censimento su base ortofoto del Comune di Faenza.

> Rilievo dei parametri in sito

Ai fini del collegamento con il Sistema Informativo Territoriale e con le procedure di censimento ISTAT del patrimonio edilizio, nella raccolta dati sul campo si è dovuto porre particolare attenzione ai campi “chiave” che avrebbero consentito il collegamento (*matching*) fra i database dei rilievi in sito e i database SIT e ISTAT.

Il rilievo è stato impostato assumendo come **unità elementare del rilievo l'edificio**. Ogni edificio è infatti contraddistinto da uno specifico codice (CODEDIF) ricavabile dal database SIT, ad ogni codice edificio è stato associato un codice progressivo di rilievo, l'identificazione censuaria e i dati catastali.

Pertanto la compilazione della **scheda di rilievo edificio** prevedeva in primo luogo l'attribuzione di un codice progressivo di rilievo, l'identificazione censuaria dello stesso, l'annotazione del rispettivo indirizzo (via e numero civico), nonché dell'eventuale subalterno.

Con misure effettive o stime sono stati rilevati i rimanenti parametri previsti nella scheda di rilievo fra i quali l'altezza di gronda (usualmente con distanziometro laser) e quella massima (in generale stimata sulla base di confronti con altri elementi architettonico dell'edificio). Fra gli altri parametri rilevati si segnalano la posizione dell'edificio rispetto ai circostanti, il numero di piani interrati e fuori terra, l'uso a cui l'edificio è adibito, la tipologia di copertura. Osservando il singolo edificio si sono poi indicati la tipologia costruttiva, l'età di costruzione, i sistemi di rinforzo, le caratteristiche dell'involucro edilizio, gli eventuali danni e degradi subiti nel corso del tempo (come infiltrazioni d'umidità, scheggiature da gelo, vegetazione incolta sull'edificio), l'eventuale presenza di pannelli solari, la tipologia della schermatura solare e si è stimata la percentuale di aperture trasparenti rispetto alla superficie muraria. Infine è stata scattata una fotografia della facciata principale dell'abitazione.

Riassumendo sinteticamente, l'attività di rilievo in sito è stata caratterizzata dalle seguenti operazioni:

- identificazione dell'edificio in base al codice edificio del SIT;
- attribuzione di un codice progressivo di rilievo;
- identificazione dell'edificio (per unità censuaria e indirizzo);
- identificazione catastale (foglio e mappale);
- rilievo del numero di campanelli e quindi di unità immobiliari.
- misurazione dell'altezza e stima della sezione in pianta;
- segnalazione della posizione dell'edificio rispetto ai circostanti, del numero di piani fuori terra ed interrati, della copertura e della tipologia d'uso;
- analisi della tipologia costruttiva, dell'epoca di costruzione, dei punti di vulnerabilità e delle eventuali imperfezioni (danni e degradi);
- stima delle superfici trasparenti rispetto a quelle opache, con indicazione della rispettiva modalità di schermatura solare;
- indagine sulla presenza di pannelli solari;

- scatto fotografico del fronte dell'edificio.

In **Allegato 1** è riportata la scheda di rilievo utilizzata per il censimento ai fini energetici degli edifici del territorio urbano faentino.

Quale prima forma di archiviazione dei dati raccolti si è utilizzato un database Access con una apposita maschera di inserimento ove è riportato il codice identificativo dell'edificio. Per limitare la possibilità di errori in seguito alla selezione del codice edificio il database viene popolato con i dati contenuti nel database del SIT, inoltre alcuni parametri sono stati impostati con l'ausilio di menù a tendina con valori predefiniti.

Il censimento ai fini energetici del comprensorio di Faenza è stato condotto per il momento in due fasi di cui una ancora in fase di completamento:

- rilievo degli edifici della frazione di Granarolo Faentino;
- rilievo degli edifici del centro urbano di Faenza, in particolare del centro storico e della periferia storica.

La frazione di Granarolo è la più grande del comprensorio; posta a nord della città di Faenza in direzione di Ravenna consiste in circa 500 edifici. Il rilievo degli edifici di questa frazione è stato concluso rilevando circa 350 edifici facenti parte del centro urbano della frazione con l'esclusione degli edifici isolati in territorio rurale.

Il rilievo degli edifici del centro urbano di Faenza è invece ancora in fase di completamento.

La scelta di censire gli edifici in progressione, dalla periferia al centro storico, ha permesso di disporre, già in questa fase, di un campione di dati composto da un'ampia varietà di tipologie edilizie con epoche costruttive differenti. Il rilievo degli edifici cittadini è ancora in corso e le nuove campagne di rilievo consentiranno quindi di ampliare il campione di dati.

Successivamente si procederà al rilievo degli edifici delle altre frazioni del comprensorio faentino (come Reda, Celle, Santa Lucia, Borgo Tuliero, ecc); in questo modo sarà possibile completare il censimento degli edifici del territorio con esclusione dei soli edifici isolati in territorio rurale.

> **Elaborazione dei dati raccolti in fase di censimento**

Calcolo del Rapporto di forma S/V di ogni edificio

Il rapporto di forma S/V è il rapporto tra il volume lordo riscaldato dell'edificio (V) e la superficie disperdente (S) dove:

- il volume lordo riscaldato è quel volume ottenuto togliendo tutte le strutture murarie che delimitano il volume riscaldato dell'edificio stesso;
- la superficie disperdente è quella superficie che delimita il volume dall'ambiente esterno o da ambienti non riscaldati.

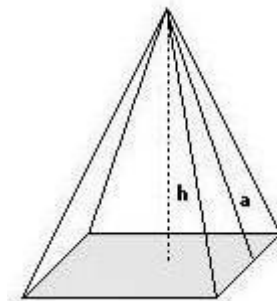
Questo parametro è importante perché a parità di volume (V), edifici con una bassa superficie disperdente (S) disperderanno meno calore di edifici con S elevata. Per fare un esempio, a parità di volume V un edificio a forma di cubo disperderà meno calore di un edificio la cui superficie esterna è articolata con sbalzi e rientri. Ai fini del presente studio per calcolare la superficie disperdente ed il volume lordo riscaldato con un metodo di calcolo automatico partendo dalle informazioni rilevate, si è considerato l'edificio composto da un parallelepipedo come corpo di base e da una piramide come copertura. In via approssimata per il calcolo della superficie e del volume della copertura si è quindi considerato il tetto come una piramide di altezza pari alla differenza tra l'altezza massima e l'altezza di gronda.

La superficie disperdente (S) di ogni edificio è quindi data dalla somma della superficie del parallelepipedo e della piramide di copertura secondo la seguente espressione:

$$S_d = A_b + (P_b \times h_{gronda}) + S_t$$

Dove:

- 'A_b' è la superficie di base dell'edificio considerato;
- 'h_{gronda}' è l'altezza di gronda rilevata;
- 'S_t' è la superficie laterale del tetto;
- 'P_b' è il perimetro di base.



La superficie laterale di una piramide e quindi del tetto è data dalla seguente espressione:

$$S_t = \frac{P_b \times a}{2}$$

Dove 'a' è l'apotema.

L'apotema è stato calcolato tramite il teorema di Pitagora in cui un cateto è l'altezza del cono ($h = h_{max} - h_{gronda}$) e l'altro cateto è il raggio di un cerchio la cui area è uguale all'area di base dell'edificio.

L'espressione utilizzata per il calcolo del volume lordo riscaldato è la seguente:

$$V = (A_b \times h_{gronda}) + V_t$$

Dove:

- 'A_b' è la superficie di base dell'edificio considerato;
- 'h_{gronda}' è l'altezza di gronda rilevata;

- V_t è il volume del tetto.

Il volume del tetto è stato calcolato, sempre in via semplificata, considerando il tetto come una piramide con la seguente espressione:

$$V_t = \frac{A_b \times h}{3}$$

Dove h è l'altezza del tetto data dalla differenza tra l'altezza massima e l'altezza in gronda.

Il metodo utilizzato per il calcolo del rapporto di forma S/V , seppur approssimato, permette di ottenere un risultato piuttosto attendibile con un errore rilevato di circa il 5% in eccesso rispetto all'applicazione di una computazione delle superfici disperdenti e dei volumi reali più precisa.

Occorre inoltre sottolineare che il calcolo del rapporto di forma S/V è soggetto ad un errore nel calcolo della superficie disperdente (S) dovuto all'impossibilità di conoscere e di distinguere computazionalmente la collocazione di superfici adiacenti a volumi riscaldati. Tale errore comporta un eccesso nella stima della superficie disperdente soprattutto nelle zone come il centro storico dove gli edifici sono per lo più adiacenti. Tuttavia anche il calcolo del volume riscaldato è soggetto ad un errore di stima in eccesso in quanto non è stato decurtato il volume delle parti non riscaldate. Alla luce di queste considerazioni si può ritenere che parte degli errori di stima di S e di V siano in parte compensati dal loro rapporto. I risultati ottenuti, seppur affetti da un errore in eccesso, si possono comunque ritenere mediamente rappresentativi del vero valore del rapporto di forma S/V di ogni edificio.

Valutazione del Fabbisogno Energetico degli edifici

La valutazione del fabbisogno energetico di ciascun edificio è stata eseguita attribuendo ad ogni edificio, in funzione della classe d'età d'appartenenza, la relativa equazione della retta di correlazione energetica:

$$E_{p_{tot}} = f_{età} (S/V)$$

Dove:

- $E_{p_{tot}}$: è l'indice di prestazione energetica (kWh/m²anno);
- $f_{età}$: è la funzione di correlazione energetica specifica di ogni fascia d'età degli edifici;
- S/V : è il rapporto di forma dell'edificio ovvero il rapporto tra il volume lordo riscaldato dell'edificio (V) e la superficie disperdente (S).

Introducendo nell'equazione di correlazione energetica di ogni edificio il rapporto di forma S/V è stato possibile quindi determinare il fabbisogno di energia primaria per unità di superficie o indice di prestazione energetica (EP_{tot}).

Per ogni edificio è stata fatta una stima anche del fabbisogno energetico per la sola climatizzazione invernale (EP_i) sottraendo al fabbisogno complessivo quello per l'acqua calda sanitaria. A tal fine sono stati considerati 24 kWh/m²anno come fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda sanitaria per unità di superficie (EP_{acs}).

Il fabbisogno energetico annuo (complessivo ed per il solo riscaldamento invernale) è facilmente calcolabile per ogni edificio moltiplicando il fabbisogno specifico per la superficie utile. Per il calcolo della superficie utile è stata moltiplicata l'area di sedime dell'edificio per il numero di piani per un coefficiente riduttivo pari a 0,8. Il coefficiente di riduzione è stato introdotto in considerazione della diminuzione di superficie dovuta ai muri perimetrali ed interni nel passaggio dalla superficie in pianta a quella utile.

Estensione della valutazione al centro urbano di Faenza

Al fine di avere un'immagine complessiva dei risultati dello studio e quindi del fabbisogno energetico di tutti gli edifici si è deciso di estendere i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati relativi agli edifici censiti a tutto territorio urbano. Per le motivazioni precedentemente descritte si è ritenuto il campione di edifici censiti indicativo delle diverse tipologie edilizie in funzione dell'epoca costruttiva di realizzazione. È stato ritenuto quindi idoneo, seppur con le approssimazioni del caso, per estendere lo studio anche alle zone non ancora censite.

L'estensione agli edifici non censiti è stata realizzata, in prima istanza, attribuendo la classe d'età ad ogni edificio. A tal fine, sono state utilizzate le informazioni contenute nella tavola "*Analisi cronologica degli edifici del centro urbano di Faenza*" redatta nell'ambito del PSC 2010. Il passo successivo nell'estensione di calcolo è stato attribuire le altezze agli edifici al fine di calcolare il rapporto di forma S/V. La definizione dell'altezza in gronda è stata realizzata utilizzando le informazioni contenute nell'elaborato redatto dal Comune di Faenza inerente il numero di piani degli edifici; l'altezza media di ogni piano è stata considerata pari a 2,9 m. Nel caso in cui non fosse stato disponibile il numero dei piani, l'altezza è stata calcolata utilizzando le altezze medie degli edifici già censiti calcolate per ogni classe d'età. L'altezza massima è stata attribuita ad ogni edificio aggiungendo all'altezza in gronda la media delle altezze dei tetti calcolate sempre per ogni fascia d'età. A questo punto la definizione dei fabbisogni di energia primaria specifici e dei fabbisogni totali per ogni edificio non censito è stata agevolmente calcolata, come per le zone effettivamente rilevate, col metodo descritto al paragrafo "Elaborazione dei dati raccolti in fase di censimento".

I risultati ottenuti sono stati implementati nel database degli edifici. Sono consultabili con applicativi tipo Access e gestibili per elaborazioni con software GIS o Excel.

In **Allegato 2** si riporta “la legenda” delle informazioni contenute nel database consultabili anche con software GIS come attributi del file *shape* degli edifici. Nella tabella è inoltre possibile distinguere la fonte delle informazioni e se i dati derivano da elaborazioni o rilievi.

4.2.3 La mappatura energetica degli edifici

Ai sensi della legislazione regionale (DAL 156/2008), la qualità energetica di un edificio viene classificata secondo 8 classi di riferimento (dalla A+, sino alla G) in base al fabbisogno di energia primaria complessivo EP_{tot} espresso in chilowattora per metro quadro di superficie utile per anno [kWh/m²anno] o in chilowattora per metro cubo di volume per anno [kWh/m³anno] in relazione alla destinazione d’uso dell’edificio⁴.

Nel presente studio sono state fatte le seguenti considerazioni e assunzioni:

- il fabbisogno di energia primaria specifico o indice di prestazione energetica è sempre espresso in kWh/m²anno indipendentemente dalla destinazione d’uso;
- al fine di avere una mappatura più definita dei risultati, gli edifici sono classificati in 13 classi suddividendo la classe G in ulteriori 6 classi (G1, G2, G3, G4, G5, G6).

Di seguito si riporta la classificazione energetica adottata nel presente studio con la scala di colori applicata. La classificazione differisce da quella della legislazione regionale solo per l’ulteriore suddivisione della classe G (G1-G6).

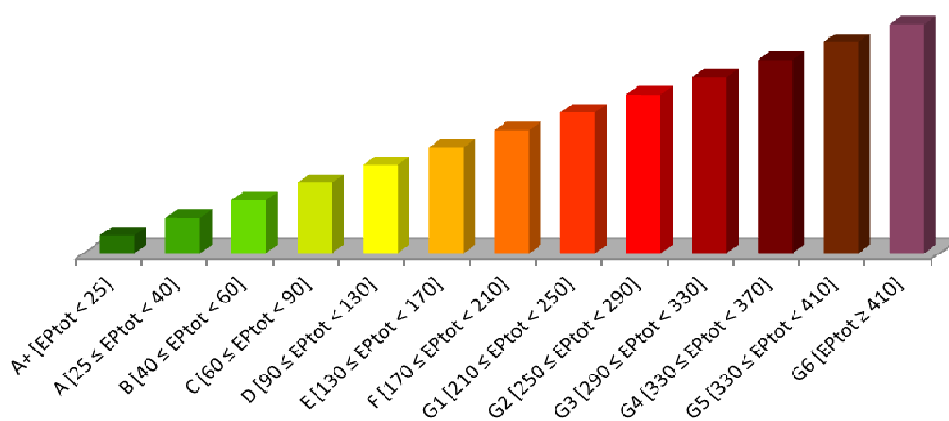


Figura 1: Classificazione energetica adottata per la mappatura energetica degli edifici EP_{tot} espresso kWh/m²anno

La classe energetica a cui ogni edificio appartiene è determinata scalando il valore del fabbisogno di energia primaria EP_{tot} in base alla suddivisione per classi sopra riportata.

A seguito delle elaborazioni è stato possibile attribuire una diversa colorazione ad ogni singolo edificio sulla base della suddivisione in classi energetiche prese a riferimento. In *figura 2, 3, 4 e 5* si riportano alcune immagini della mappatura degli edifici realizzata per il territorio urbano di Faenza e per la frazione di

⁴ Così come classificati ai sensi dell’art. 3 del D.P.R. n. 412/1993.

Granarolo. Dalle immagini è possibile osservare come, soprattutto in centro storico e nella periferia storica prevalgano gli edifici di colorazione rossa, marrone o viola appartenenti quindi alle classi energetiche a maggior consumo energetico (da G1 a G6). Nel Borgo Durbecco e negli ambiti produttivi (Naviglio e Periferia Ponente) gli edifici hanno invece colore prevalentemente verde o giallo. Sono quindi edifici con un indice di prestazione energetica basso appartenenti cioè alle classi energetiche B, C, o D.

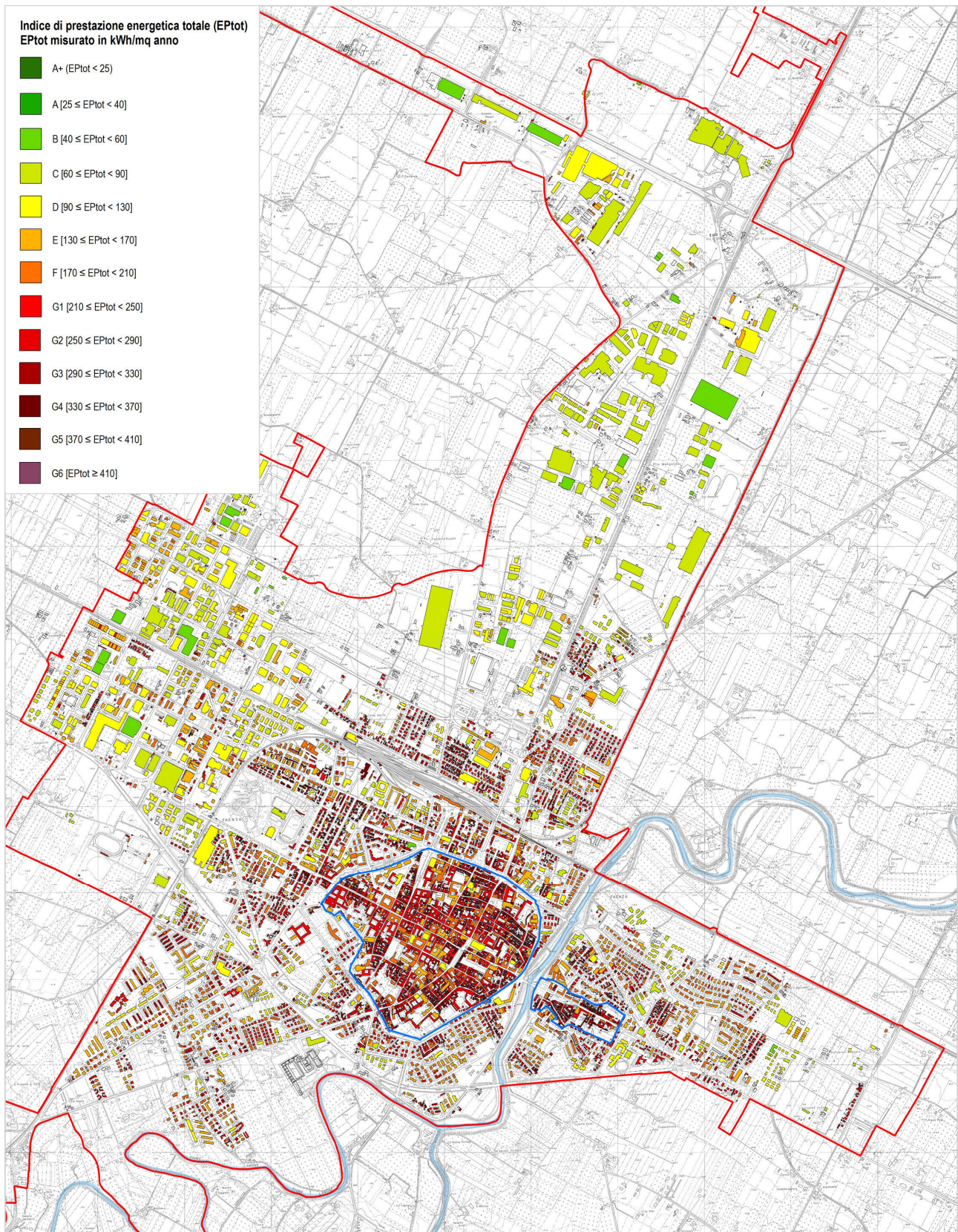


Figura 2: Mappatura energetica del territorio urbano di Faenza

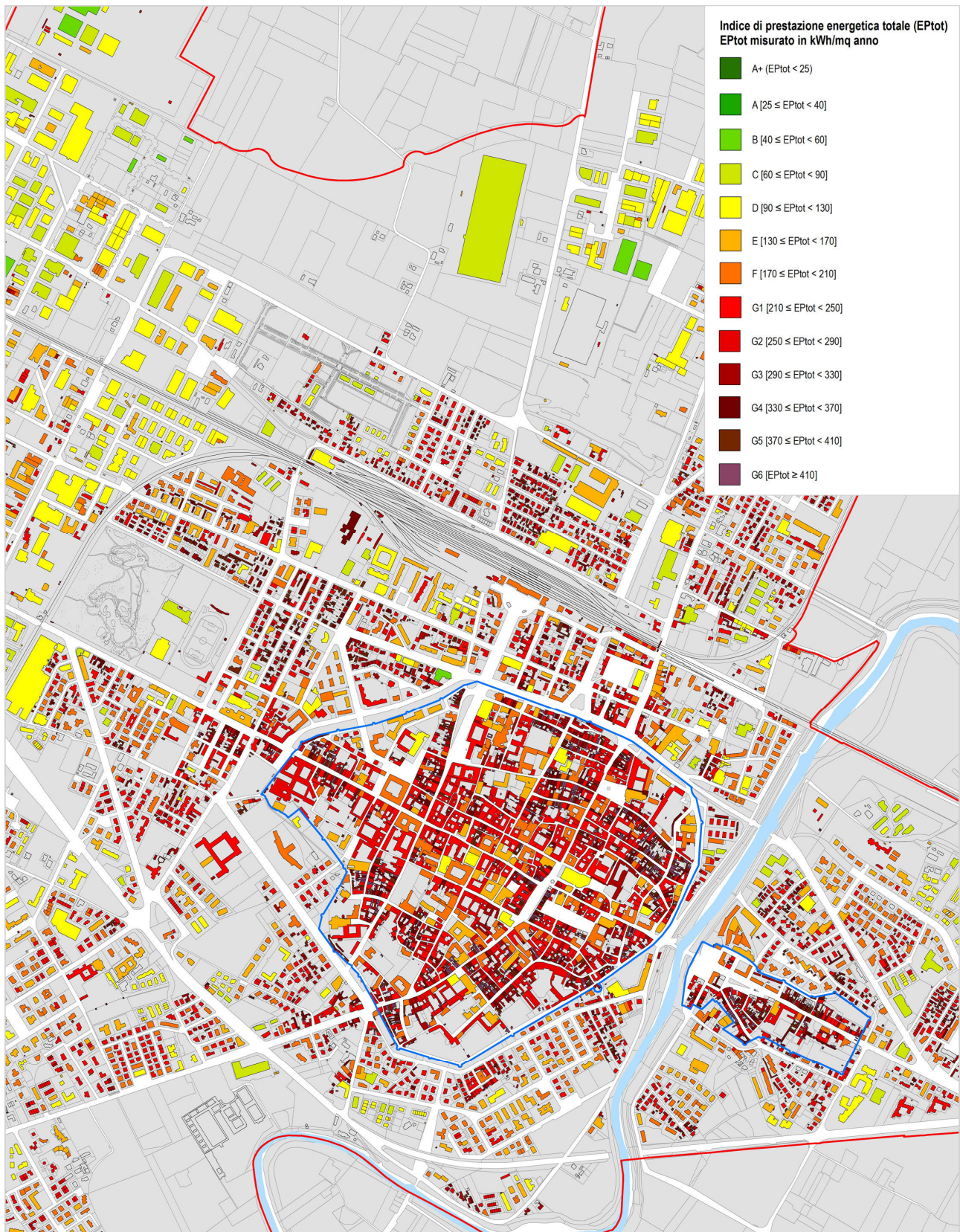


Figura 3: Mappatura energetica del centro storico e della periferia storica di Faenza

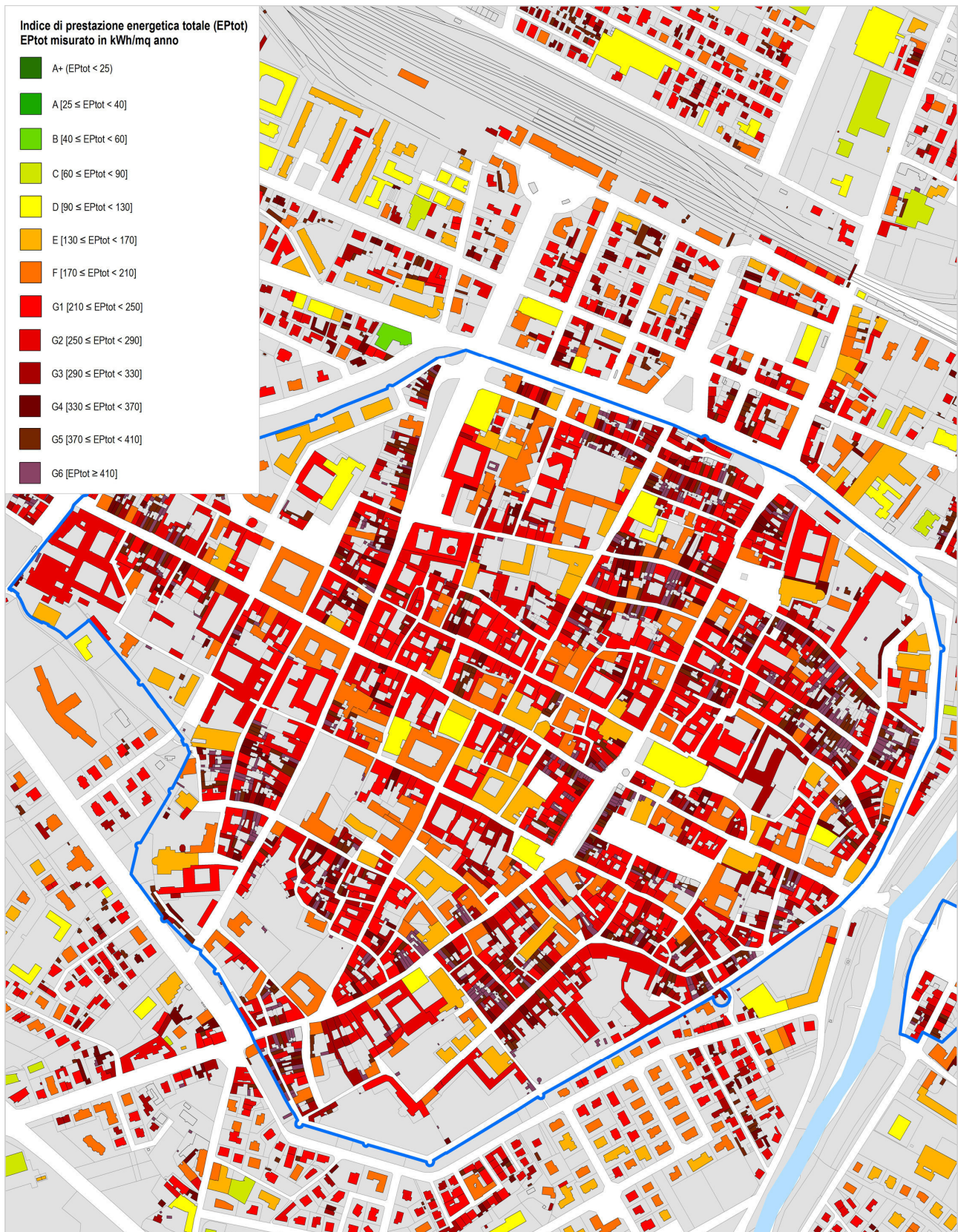


Figura 4: Mappatura energetica del centro storico di Faenza

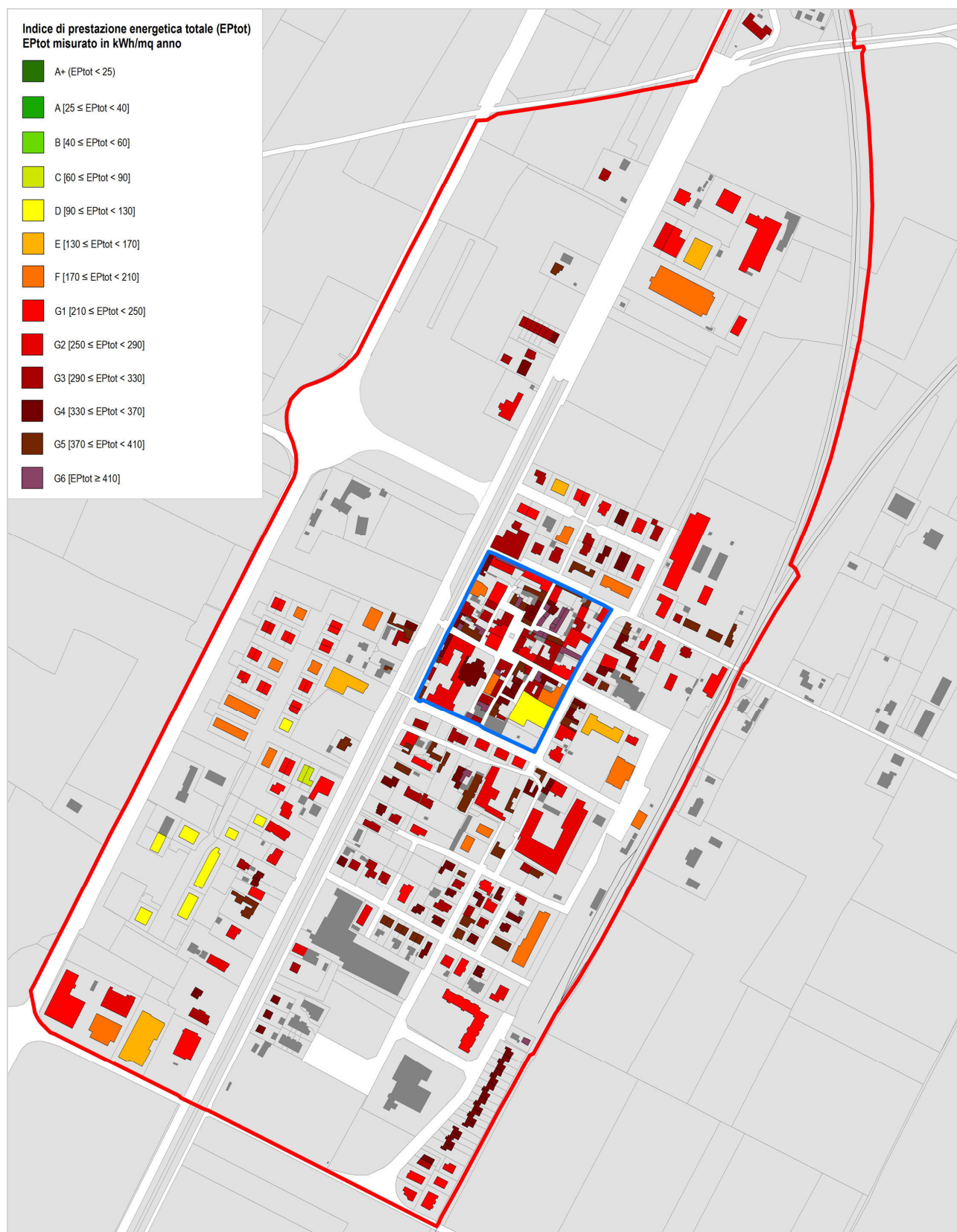


Figura 5: Mappatura energetica del centro urbano di Granarolo

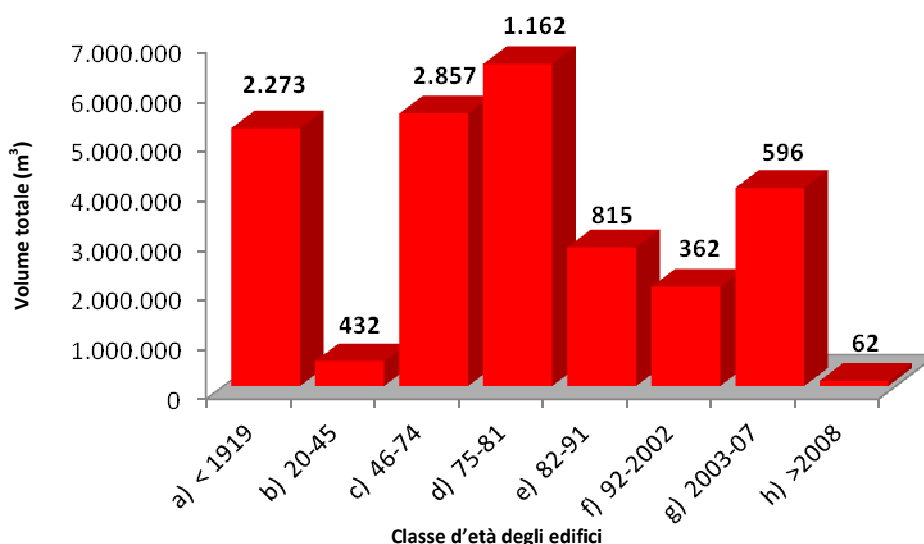
4.2.4 Fabbisogno energetico e caratteristiche del parco edilizio faentino

L'implementazione del censimento e della mappatura energetica in un sistema GIS (*Geographic information system*) ha consentito, infine, di condurre numerose analisi sui fabbisogni e sulle caratteristiche del patrimonio edilizio faentino. L'analisi condotta nel presente paragrafo consiste nell'aggregazione dei risultati ottenuti per volume costruito e fabbisogni energetici in funzione della classe d'età e della classe energetica risultante.

> Volume costruito aggregato per fasce di età

Nel grafico di *figura 6* il volume degli edifici è stato aggregato per classi d'età. Nel grafico è inoltre possibile notare il numero di edifici appartenenti a ciascuna classe d'età. Il volume complessivo degli edifici del territorio urbano di Faenza è di circa 26.500.000 m³.

Figura 6: Volume totale costruito (m³) e numero di edifici



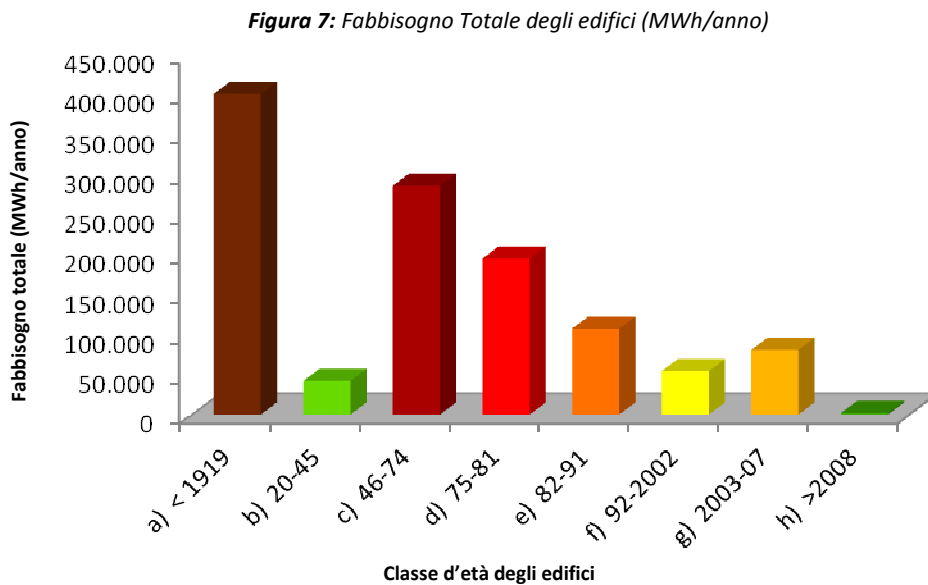
E' possibile notare come ci sia un elevato numero di edifici storici costruiti prima del 1919 a cui corrisponde un volume edificato comunque inferiore a quello della classe d'età 1975-1981. In questi pochi anni (1975-1981) sono stati infatti realizzati molti edifici residenziali di altezza elevata e di ampia volumetria (tipo palazzine) ed edifici a destinazione produttiva. Negli anni dal 1920 al 1945, per via dei conflitti mondiali, l'edificazione di Faenza si è praticamente arrestata comportando un numero ridotto di nuovi edifici. Mentre dal 1946 è possibile notare l'avvio di una forte espansione edilizia, ma caratterizzata da basse volumetrie. Dal 1982 l'edificazione è piuttosto uniforme in numero e volume con un incremento dal 2003 al 2007 dovuto prevalentemente al volume edificato per capannoni industriali e alla forte espansione del quartiere "Borgo Durbecco".

> Fabbisogno energetico aggregato per classi di età degli edifici

Un'analisi interessante consiste nell'aggregare i risultati del calcolo dei fabbisogni energetici annuali degli edifici, misurato in MWh/anno, per classi d'età.

Il grafico di figura 7 evidenzia come la maggior parte dei fabbisogni energetici siano da individuare negli edifici costruiti prima del 1919, prevalentemente ubicate in centro storico e negli edifici costruiti tra il 1946 e il 1974, numericamente i più rilevanti. E' possibile inoltre considerare che il fabbisogno totale degli edifici costruiti dal 1975 al 1981 non è elevato come quello di altre classi d'età pur essendo il periodo che presenta il volume edificato maggiore. Nel 1976, infatti, in tema di contenimento dei consumi energetici degli edifici, fu emanata a livello nazionale la prima legge che introduce i concetti di progettazione degli impianti e l'isolamento termico degli edifici (L. 373/1976)⁵.

Il fabbisogno totale annuo degli edifici del territorio urbano di Faenza (edifici storici, edifici residenziali, edifici produttivi) risultante dalle attività di implementazione dello strumento di contabilità energetica è di circa 1.140.000 MWh pari a 98.100 Tep (energia necessaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria dei soli edifici urbani).



E' interessante confrontare il presente risultato con i risultati derivanti dalle attività del bilancio energetico generale riferito all'anno 2010 (si veda capitolo 4.1). La stesura del bilancio energetico 2010 ha infatti permesso di determinare che il consumo (reale) degli edifici per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria (consumo di gas naturale) sia di circa 72.049 Tep. La differenza (- 26.051 Tep) rispetto al fabbisogno stimato dal modello è giustificata, oltre che dalle approssimazioni del modello descritte nei precedenti paragrafi, anche dal fatto che il fabbisogno energetico, a differenza del consumo reale, comprende anche gli edifici

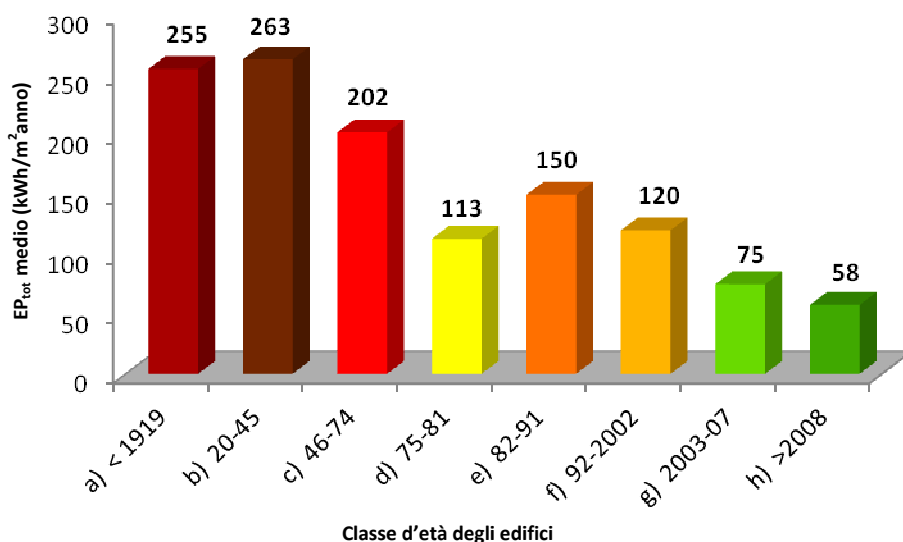
⁵ "Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici degli edifici"

non occupati. Nel seguito della trattazione (capitolo 4.3) sarà affrontato il problema degli edifici non occupati al fine di determinare il consumo degli edifici stimato dal modello di contabilizzazione energetica.

> Fabbisogno energetico per unità di superficie aggregato per classi di età degli edifici

Il grafico di *figura 8* riporta il fabbisogno di energia primaria complessivo EP_{tot} (per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria) per unità di superficie medio, espresso in KWh/m^2 anno, di ogni classe d'età. E' possibile notare che l' EP_{tot} maggiore è quello degli edifici costruiti tra il 1920 ed il 1945 con un EP_{tot} medio pari $250-260 KWh/m^2$ anno. E' possibile inoltre osservare che gli edifici costruiti nel periodo 2003 al 2007 hanno mediamente consumi inferiori a $90 kWh/m^2$ anno corrispondenti alla classe "C", mentre dal 2008 gli edifici hanno consumi di poco superiori a $60 kWh/m^2$ anno corrispondente alla classe "B" regionale. Tali riduzioni di fabbisogno energetico sono imputabili alle normative ad indirizzo energetico che si susseguite a partire da quegli anni. In particolare, nel 2005 è stato approvato il D.Lgs del 19 agosto 2005 n°192 (*"Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*), successivamente aggiornato dal D.Lgs. del 29 dicembre 2006 n°311 (*"Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. n°192*). Mentre nel 2008 è stata emanata la Deliberazione della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n° 156 che ha approvato un atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici.

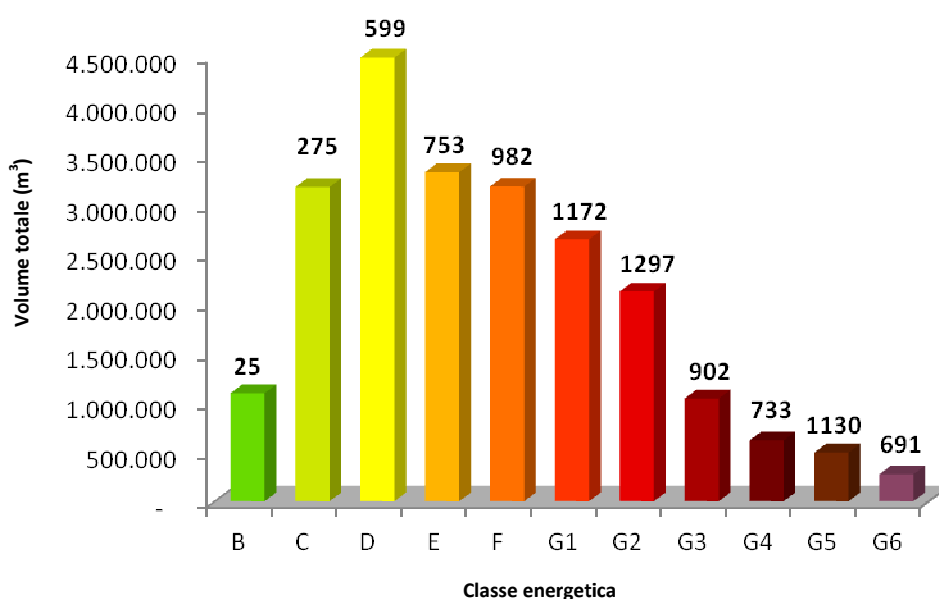
Figura 8: Fabbisogno di energia primaria per unità di superficie medio per classe d'età (kWh/m^2 anno)



> Volume costruito degli edifici aggregato per classe energetica

Nel grafico di *figura 9* è riportata l'aggregazione del volume costruito per classe energetica ed il numero di edifici appartenenti ad ogni classe. Com'è possibile notare, a Faenza non sono presenti edifici in classe A ed A+, mentre la maggior parte degli edifici (5925 edifici, pari al 69% sul totale) è costruita nelle classi G (G1-G6). Il volume edificato in classe G (somma G1-G6), risulta essere quello maggiore. Rilevante è anche il volume edificato in classe D e C. Tale risultato è da imputare prevalentemente ai grossi edifici ad uso produttivo o commerciale (capannoni, magazzini ecc..) che presentano volumi grandi, rapporti S/V bassi e quindi fabbisogni energetici per unità di superficie contenuti.

Figura 9: Volume totale costruito (m³) e numero di edifici in funzione della classe energetica

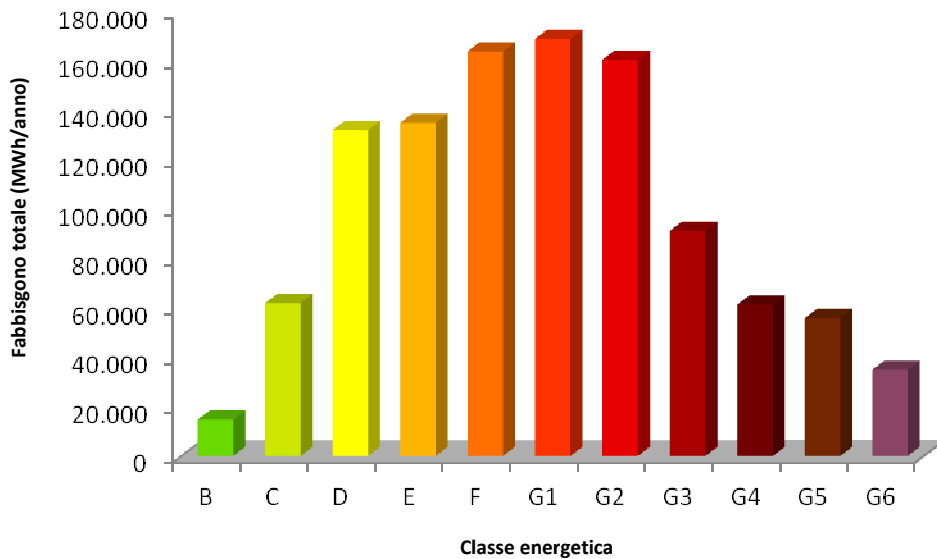


> Fabbisogni energetici aggregati per classe dell'edificio

Il fabbisogno energetico totale è stato aggregato in funzione della classe energetica degli edifici; osservando il grafico seguente è possibile fare le seguenti considerazioni:

- i fabbisogni energetici maggiori sono dovuti prevalentemente agli edifici che hanno una classe energetica F, G1 o G2; il massimo fabbisogno totale è infatti quello della classe G1 con quasi 170.000 MWh/anno;
- il contributo al fabbisogno totale è invece piuttosto basso per gli edifici in classe B (perché sono pochi anche se di grandi dimensioni) e per quelli che hanno fabbisogni energetici maggiori della classe G3 (perché pur essendo in numero elevato sono prevalentemente edifici di piccole dimensioni).

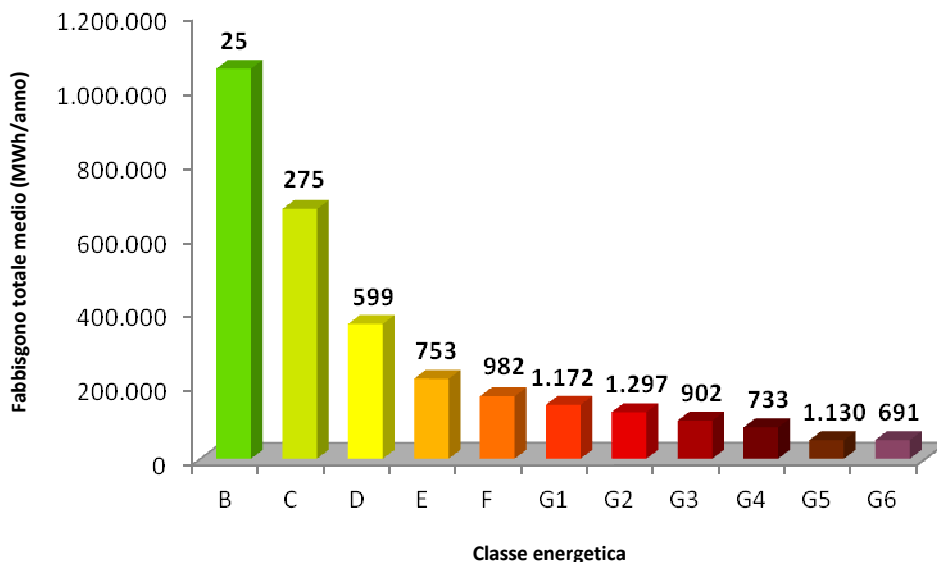
Figura 10: Fabbisogno Totale (MWh/anno) in funzione della classe energetica



In generale è inoltre possibile notare come ad un volume edificato elevato, per esempio quello della classe C e D, non corrisponda un fabbisogno energetico altrettanto elevato.

Alla luce di questa considerazione risulta chiaro che le scelte di eventuali interventi migliorativi distribuiti su larga scala dovranno essere ponderate sulla base di indicatori come, per esempio, il risparmio energetico ottenuto a parità di volume di intervento. Evidentemente un intervento di risparmio energetico sugli edifici con classe energetica F, G1 e G2 porta, a parità di volume edificato, un beneficio maggiore rispetto ad un intervento in altre classi. Nell’ottica di valutare possibili scenari di intervento di risparmio energetico, è risultato utile aggregare il fabbisogno totale medio di ogni edificio in funzione della classe di appartenenza.

Figura 11: Fabbisogno medio per ogni edificio (MWh/anno) e numero di edifici



Si evidenzia che gli edifici della classe B (25 edifici) hanno mediamente il più alto fabbisogno unitario poiché a questa classe appartengono prevalentemente i grandi edifici commerciali o produttivi. Mentre gli edifici della classe G5 (1.130 edifici) sono quelli con il fabbisogno unitario minore.

Risulta evidente che intervenire sugli edifici meno energeticamente performanti (classe G5) coinvolgerebbe sicuramente molti più edifici di un riefficientamento energetico applicato alla classe B. Occorre tuttavia evidenziare che un edificio in classe energetica bassa, proprio perché già piuttosto efficiente, permette pochi margini di intervento rispetto ad un edificio meno performante.

> Conclusioni

Il presente lavoro si pone all'interno di un percorso orientato all'impostazione di un sistema di contabilizzazione e valutazione dei fabbisogni energetici del territorio comunale che ha come fine quello di CONSENTIRE AL Comune di valutare, nell'ambito del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE), possibili azioni normative verso direzioni di razionalizzazione e risparmio.

Il lavoro condotto sino a questa fase ha permesso di individuare e testare un metodo per il censimento e mappatura a fini energetici degli edifici. Il metodo si è rilevato al momento applicabile e significativo dal punto di vista dei risultati ottenibili.

I dati raccolti dal censimento sono stati organizzati ed elaborati al fine di valutare i fabbisogni di energia primaria degli edifici con un metodo di calcolo basato sulla definizione di idonee rette di correlazione energetica (rapporto di forma S/V ed EP_{tot}), in funzione della classe d'età degli edifici, specifiche per il comprensorio di Faenza.

Poiché gli edifici censiti puntualmente, allo stato attuale dello studio, sono solo parte degli edifici presenti nel centro urbano di Faenza, al fine di fornire un'immagine generale di tutto il territorio è stata eseguita l'estensione del metodo di calcolo a tutto il territorio consolidato, residenziale e produttivo.

I risultati dell'estensione si sono rilevati, nel loro insieme, coerenti e significati per realizzare la classificazione e conseguente mappatura energetica degli edifici e per poter trarre le seguenti conclusioni:

- **gli edifici del centro urbano di Faenza hanno un fabbisogno energetico per unità di superficie prevalentemente compreso tra la classe F e G2 che sono anche le classi energetiche con il maggior fabbisogno totale annuo;**
- **il volume edificato maggiore è collocato nella classe energetica D;**
- **il fabbisogno medio totale di ogni edificio è maggiore per gli edifici in classe B a causa delle rilevanti dimensioni;**
- **gli edifici maggiormente energivori sono quelli storici costruiti prima del 1945;**
- **l'indice di prestazione energetica medio degli edifici di Faenza è di 161 kWh/m²anno corrispondente alla classe "E", gli edifici residenziali hanno un fabbisogno medio di 228 kWh/m²anno (classe G1) mentre quelli non residenziali di 120 kWh/m² anno (classe D). Se tutti gli edifici residenziali del centro**

urbano di Faenza attualmente in classe G, pari al 69% del patrimonio edilizio faentino, riducessero l'indice di prestazione energetica del 33% (di 80 kWh/m²anno) passando da 245 a 165 kWh/m²anno (dalla classe G alla classe E) si otterrebbe una riduzione di consumo di circa 24.500 Tep/anno corrispondenti a 66.000 TonCO₂eq/anno. Tale riduzione permetterebbe di raggiungere, per il comparto edifici, l'obiettivo di riduzione delle emissioni di monossido di carbonio al 2020 assunto a riferimento (-20%) dalla pianificazione strutturale.

Al termine del censimento a fini energetici degli edifici esistenti nel centro urbano di Faenza, il Sistema Informativo Territoriale risultante sarà mantenuto aggiornato con l'inserimento dei nuovi edifici; inoltre verranno aggiornati i parametri degli edifici che saranno oggetto di interventi edilizi tramite i dati presenti negli Attestati di Qualificazione e Certificazione Energetica che verranno consegnati all'Amministrazione Comunale. In tal modo il database costituirà una base per le future verifiche sugli esiti (*ex post*) delle azioni normative ed incentivanti che verranno implementate al fine di raggiungere gli obiettivi di riduzione assunti a riferimento e per la valutazione *ex ante* dei nuovi piani.

Le analisi condotte sugli edifici del centro urbano hanno permesso di comprendere l'importanza di concentrare le azioni (sia pianificatorie che strutturali) principalmente sul comparto edilizio storico e sugli edifici costruiti dal 1945 al 1974. In particolare, dalle attività condotte sul progetto pilota del Progetto EnSURE (Cap. 4.4), riguardante la riqualificazione energetica del piccolo quartiere denominato "via Ponte Romano" costruito nel 1958, è risultato come gli edifici costruiti nel periodo succitato sono, per la città di Faenza, elementi urbani aventi caratteristiche tali da consentire l'attuazione di interventi di miglioramento energetico largamente e istantaneamente migliorativi taluni dei quali vantaggiosi in termini di investimento grazie ai benefici energetici ottenibili.

Capitolo 4.3

Zoning dei consumi energetici urbani

Lo studio delle caratteristiche energetiche del patrimonio edilizio faentino è stato sin qui effettuato attraverso la sequenza organizzata delle seguenti fasi di lavoro:

- **Inventario dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti del comparto edifici;**
- **Censimento ai fini energetici degli edifici e relativa mappatura.**

Scopo di questa parte dello studio è quello di **caratterizzare, sotto il profilo dei consumi energetici, gli ambiti del territorio urbano ritenuti “urbanisticamente omogenei”** (per caratteristiche, età, qualità dei tessuti edilizi, destinazioni d’uso, ecc.) al fine di individuare le porzioni di territorio a maggiore “intensità energetica”. In funzione della “zonizzazione energetica” risultante caratteristica di ciascun ambito, è stato quindi possibile individuare gli ambiti del territorio urbano su cui diviene prioritario definire strategie di intervento per limitare i fabbisogni energetici degli edifici o per pianificare azioni concrete di mitigazione.

L’obiettivo ultimo è quello di **sensibilizzare gli organi pubblici e la cittadinanza** sulle parti di città a maggiore intensità energetica e di supportare le azioni di pianificazione comunali con dati oggettivi, privilegiando con incentivi (urbanistici ed eventualmente fiscali) il miglioramento energetico degli edifici partendo da quelli situati negli ambiti del territorio più energivori.

I risultati dell’indagine sono rappresentati in figura 12-13-17-18 del presente capitolo.

4.3.1 Definizione dei Bacini Energetici Urbani (BEU)

Ai fini del presente studio, il territorio urbano del Comune di Faenza è stato diviso in **40 “Bacini Energetici Urbani (BEU)”** identificati, mediante un codice identificativo alfanumerico, in funzione di un insieme combinato di parametri urbanistici, energetici e ambientali ritenuti “omogenei”.

I Bacini Energetici Urbani (BEU) così definiti sono stati inoltre accorpati in modo da configurare **8 “Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU)”**, contraddistinti da un’identità urbanistica “significativa” per il Comune di Faenza sostanzialmente coincidente con la storica divisione del centro urbano di Faenza “in quartieri” (Centro storico, Borgo Durbecco, Centro Sud, Centro Nord). Ai fini del presente studio, non vengono considerati alcuni ambiti urbani con funzioni specialistiche di livello sovracomunale (quali ferrovia, parco urbano, area sportiva Graziola ecc.) perché, non essendo presenti edifici al loro interno, sarebbero fuorvianti nell’individuazione degli indici energetici. Per il medesimo motivo non sono inoltre considerati gli “Ambiti per nuovi insediamenti”, esterni al territorio urbanizzato, previsti dagli strumenti urbanistici vigenti (PRG '98 e PSC 2010). I Bacini Energetici Urbani utilizzati nel presente studio coincidono con gli ambiti urbanistici omogenei utilizzati dal Settore Territorio del Comune di Faenza per l’analisi di vulnerabilità sismica urbana, la costruzione degli scenari di danno sismico e per la verifica puntuale delle dotazioni minime di aree di proprietà pubblica per attrezzature e spazi collettivi nell’ambito dell’elaborazione del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE).

In *Figura 1* è riportata la suddivisione del territorio urbano del Comune di Faenza per “Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU)”, mentre in *Figura 2* è riportata l’indicazione dei “Bacini Energetici Urbani” afferenti a ciascun MBEU e la relativa denominazione. Intersecando i dati contenuti nel “*database*” degli edifici, implementato ai fini del censimento e della mappatura energetica degli edifici, con la suddivisione del territorio comunale operata è stato possibile trarre alcune considerazioni statistiche inerenti i singoli MBEU. Nel grafico di *Figura 3*, rappresentante il numero di edifici presenti all’interno dei Macro Bacini Energetici in funzione della classe di età, è possibile osservare come la maggior parte degli edifici, pari al 22% del totale, siano situati in “Centro storico” e nella “Periferia Storica” (20%) e sono prevalentemente edifici costruiti prima del 1976¹ in assenza di alcuna normativa sul risparmio energetico.

In termini di superficie edificata (*Figura 4*) è possibile notare che buona parte del costruito è concentrato in “Centro storico” e nelle aree a prevalente destinazione produttiva “Periferia Ponente” e “Naviglio”. E’ possibile inoltre evincere, come riportato in tabella di *figura 5*, che il tasso di edificazione maggiore, inteso come rapporto tra la superficie degli edifici e la superficie dell’ambito energetico di pertinenza, è nel centro storico, pari a circa il 145%.

¹ Legge ordinaria del Parlamento n. 373 del 30 aprile 1976 recante “Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici”.

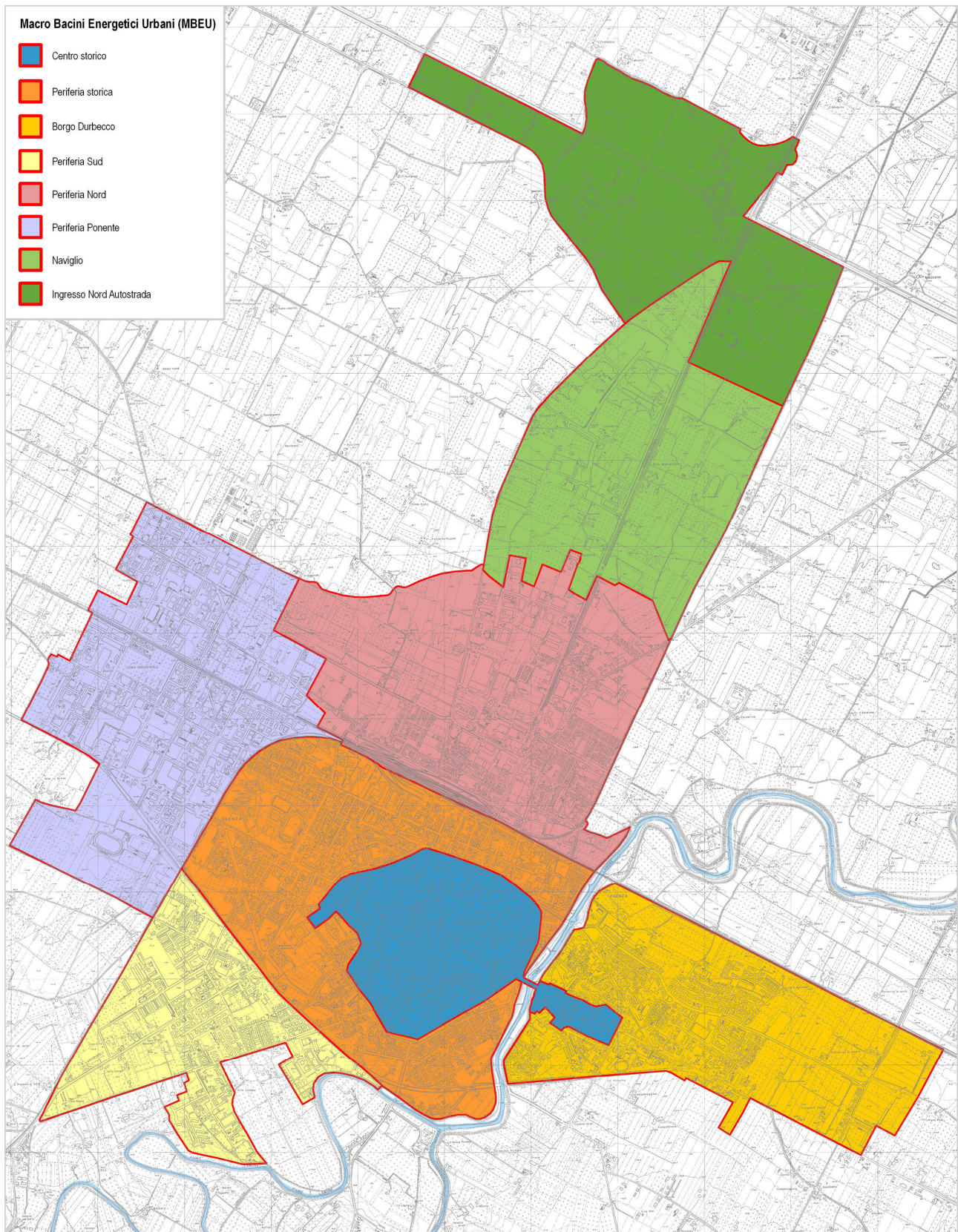


Figura 1: *Suddivisione del territorio urbano in 8 Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU) e loro denominazione*

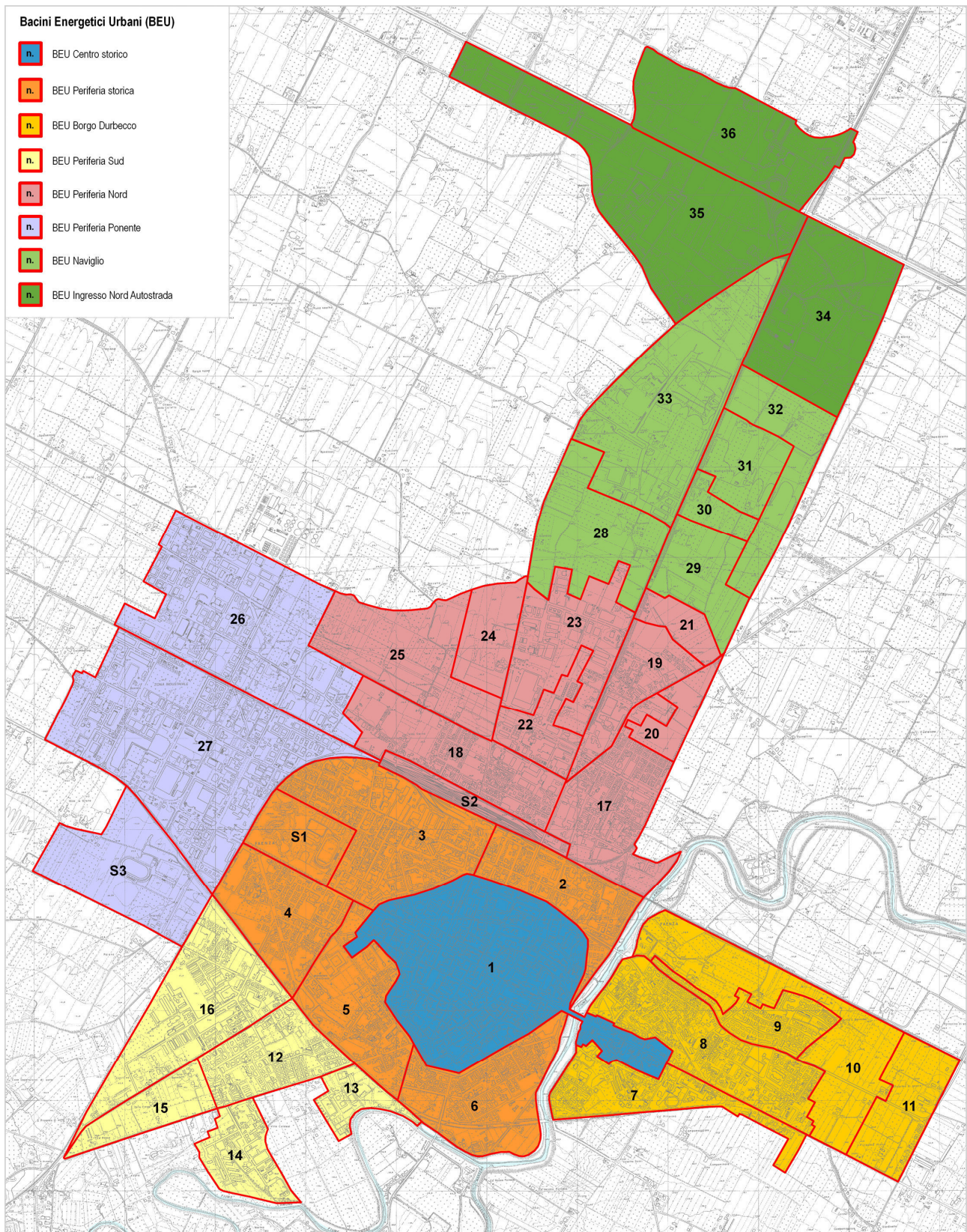


Figura 2: Suddivisione del territorio urbano in Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU), definizione dei Bacini Energetici Urbani (BEU) afferenti e loro denominazione.

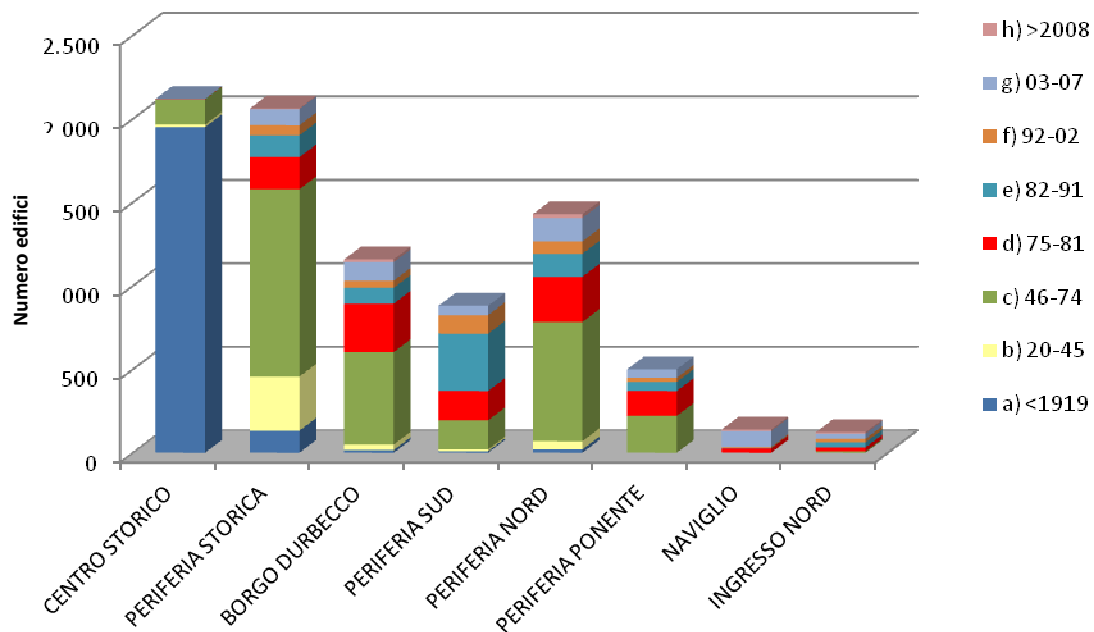


Figura 3: Numero di edifici presenti all'interno dei Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU) e classe d'età di appartenenza

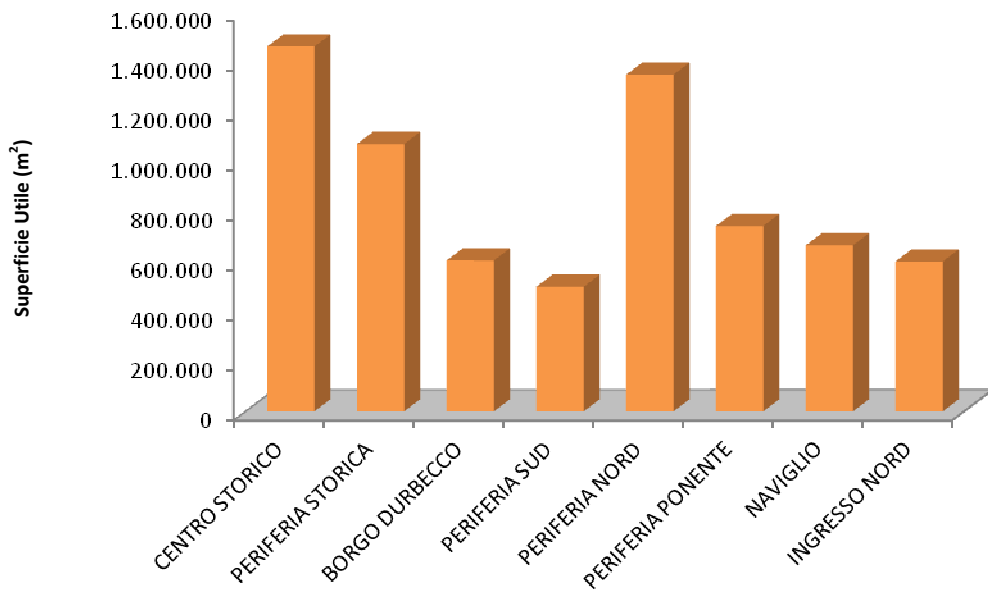


Figura 4: Superficie Utile degli edifici per ogni Macro Bacino Energetico Urbano (MBEU)

Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU)	Superficie coperta edifici [m ²]	Superficie dei Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU) [m ²]	Tasso di edificazione [%]
CENTRO STORICO	1.459.772	1.011.108	144,37%
PERIFERIA STORICA	1.070.035	1.914.412	55,89%
BORGO DURBECCO	603.905	1.878.955	32,14%
PERIFERIA SUD	498.781	1.240.405	40,21%
PERIFERIA NORD	1.347.391	2.347.720	57,39%
PERIFERIA PONENTE	741.828	1.908.807	38,86%
NAVIGLIO	664.689	1.904.932	34,89%
INGRESSO NORD	599.875	1.960.963	30,59%
Totale complessivo	6.986.277	14.167.302	49,31%

Figura 5: Tasso di edificazione per ogni Macro Bacino Energetico Urbano (MBEU)

4.3.2 Fabbisogno energetico dei Bacini Energetici Urbani

Al fine di avere un quadro più completo dello stato energetico del territorio urbano di Faenza si è ritenuto interessante determinare il **fabbisogno energetico complessivo e il fabbisogno energetico per unità di superficie (o indice di fabbisogno energetico)** per il riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria di ogni Macro Bacino Energetico Urbano (MBEU) e di ogni Bacino Energetico Urbano (BEU). Il fabbisogno energetico di ogni bacino è facilmente calcolabile aggregando i dati di fabbisogno dei singoli edifici, implementati dal censimento ai fini energetici degli edifici, per ogni Bacino Energetico Urbano. Nel diagramma di *Figura 6* viene riportato il fabbisogno complessivo di energia primaria annuo in Tonnellate equivalenti di petrolio (Tep) per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria di ogni Macro Bacino Energetico Urbano (MBEU).

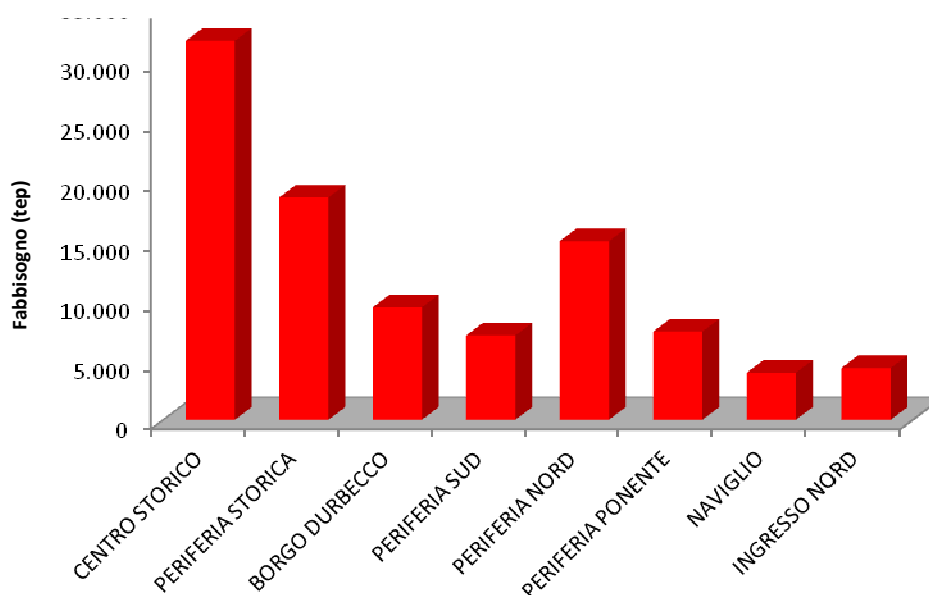


Figura 6: Fabbisogno complessivo di energia primaria in tep per riscaldamento e produzione ACS di ogni MBEU.

Mentre nel diagramma di *Figura 7* viene riportato il fabbisogno complessivo di energia primaria annuo in Tonnellate equivalenti di petrolio (Tep) per riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria per ogni Bacino Energetico Urbano (BEU).

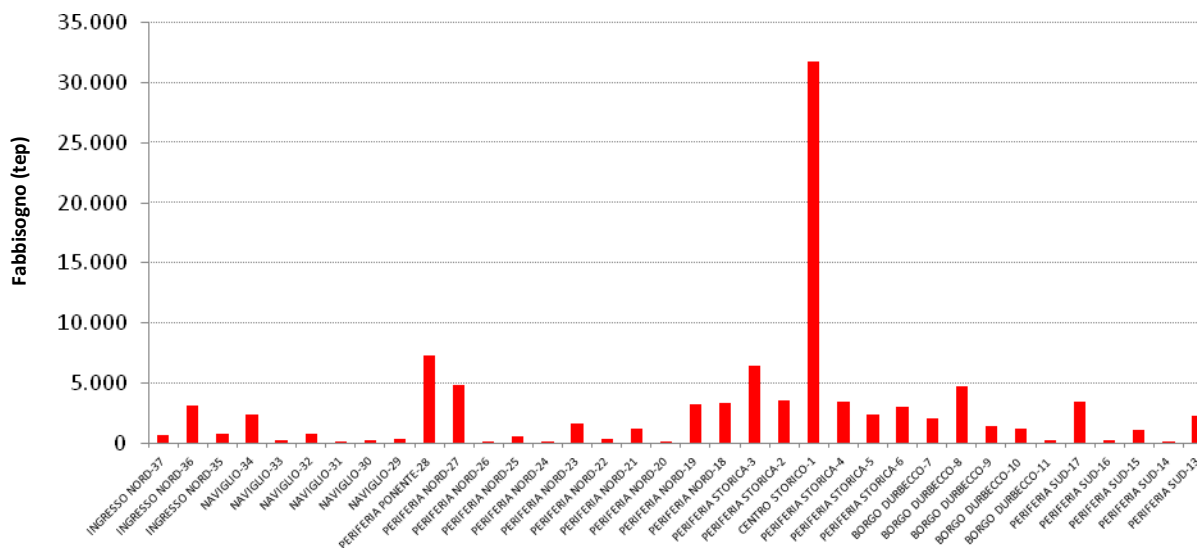


Figura 7: Fabbisogno complessivo di energia primaria in tep di ogni BEU e superficie del bacino stesso.

Il fabbisogno energetico complessivo degli edifici del territorio urbano di Faenza pari a circa 98.000 Tep.

E' possibile notare come il bacino maggiormente energivoro sia il centro storico che ha un fabbisogno energetico di circa 32.000 Tep, ovvero circa il 33% del fabbisogno complessivamente stimato. Tale risultato è dovuto sia all'alta densità insediativa che alle caratteristiche degli edifici storici che presentano alti indici di fabbisogno energetico. Si deve però rilevare che nel centro storico, avendosi usualmente edifici adiacenti, l'errore metodologico presente nei dati è maggiore (in conseguenza del tipo di qualificazione energetica presuntiva utilizzata). E' comunque evidente che interventi di miglioramento energetico applicati agli edifici in centro storico comportano un significativo decremento dei consumi energetici abitativi del territorio urbano di Faenza. Il secondo MBEU più energivoro è quello della Periferia Storica che presenta un fabbisogno energetico di circa 18.780 tep ed è caratterizzato dalla prevalenza di edifici costruiti prima del 1976 pari al 75% degli edifici complessivi. L'indice di fabbisogno energetico deriva invece dal rapporto tra il fabbisogno complessivo di energia primaria annuo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria di tutti gli edifici appartenenti ad un certo bacino energetico e la superficie del bacino stesso. In funzione dell'Indice di fabbisogno energetico caratteristico di ciascun BEU, è stato possibile fare una "classificazione energetica" dei Bacini Energetici Urbani (BEU) e realizzare la mappatura energetica degli ambiti omogenei di Faenza analogamente a quanto fatto per gli edifici. A tal fine, si è mantenuto il sistema di classificazione usato per la mappatura energetica degli edifici che, ai sensi della legislazione regionale (DAL 156/2008 e s.m.e.i), individua 8 classi di riferimento (dalla A+ sino alla G) in base al fabbisogno di energia primaria complessivo EP_{tot} espresso in chilowattora per metro quadro di superficie

utile per anno ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{anno}$). In *figura 8* si riporta la classificazione energetica adottata nel presente studio con la scala di colori applicata. La classificazione differisce da quella della legislazione regionale solo per la suddivisione della classe G in ulteriori 6 classi (dalla G1 alla G6).

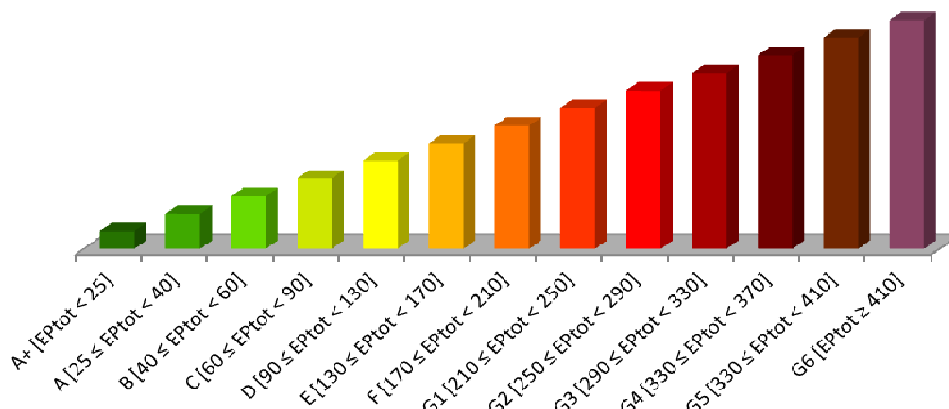


Figura 8: Classificazione energetica adottata per la mappatura energetica degli edifici EP_{tot} espresso $\text{kWh}/\text{m}^2\text{anno}$

L’attribuzione di un indice di fabbisogno energetico caratteristico a ciascun Bacino Energetico Urbano ha consentito di attribuire una diversa colorazione ad ogni poligono identificante un BEU sulla base della classe energetica risultante. Dai risultati del calcolo dell’indice di fabbisogno energetico è possibile riscontrare che il bacino con la maggiore densità energetica per unità di superficie è quello del Centro Storico il cui indice di fabbisogno energetico medio risulta di $365 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{anno}$. Altri ambiti intensamente energivori sono quelli consolidati della Periferia Storica con un indice di fabbisogno energetico medio di circa $113 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{anno}$. Gli ambiti periferici sud e nord e gli ambiti produttivi, essendo non densamente edificate, presentano invece fabbisogni inferiori a $65 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{anno}$. In *Figura 9 e 10* è diagrammato l’indice di fabbisogno energetico medio per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria di ogni Macro Bacino Energetico Urbano (MBEU) e di ogni Bacino Energetico Urbano (BEU).

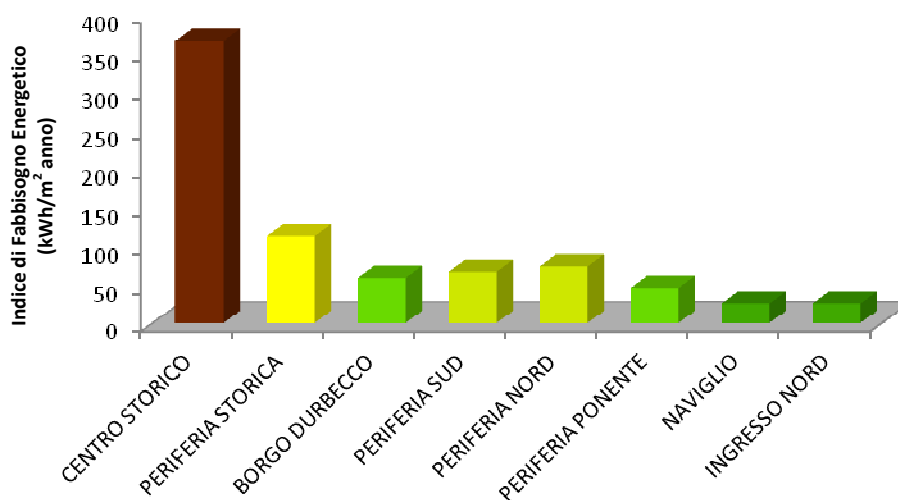


Figura 9: Indice di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e ACS di ogni MBEU

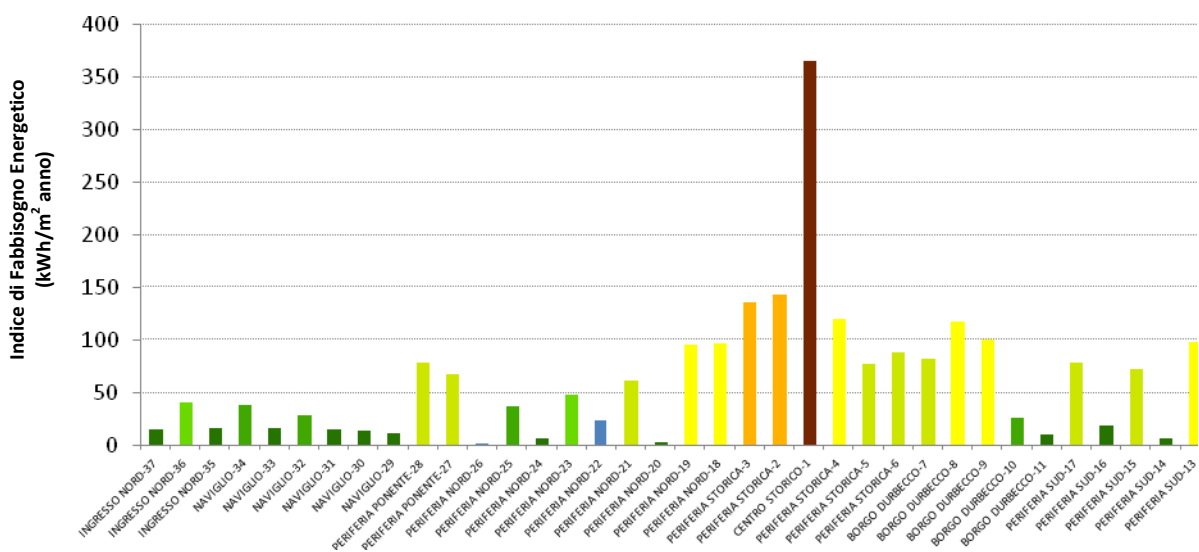


Figura 10: Indice di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e acqua calda sanitaria di ogni BEU (Bacino)

Mentre in Figura 12 si riporta il risultato ottenuto in termini di mappatura.

Infine, (Figura 11) si riporta invece l'indice di **fabbisogno energetico medio degli edifici** di ogni MBEU e di ogni BEU (figura 13) del territorio urbano faentino dato dal rapporto tra il fabbisogno complessivo di energia primaria annuo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria di tutti gli edifici appartenenti ad un certo Macro Bacino o Bacino Energetico Urbano e la superficie utile del costruito afferente.

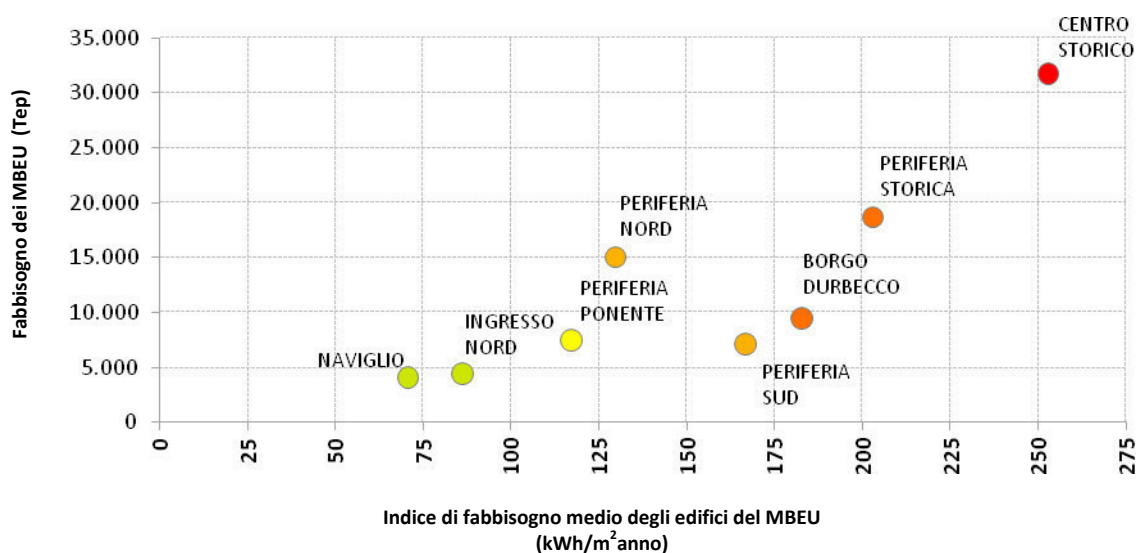


Figura 11: Fabbisogno e indice di fabbisogno energetico degli edifici di ogni MBAU (Macro Bacino)

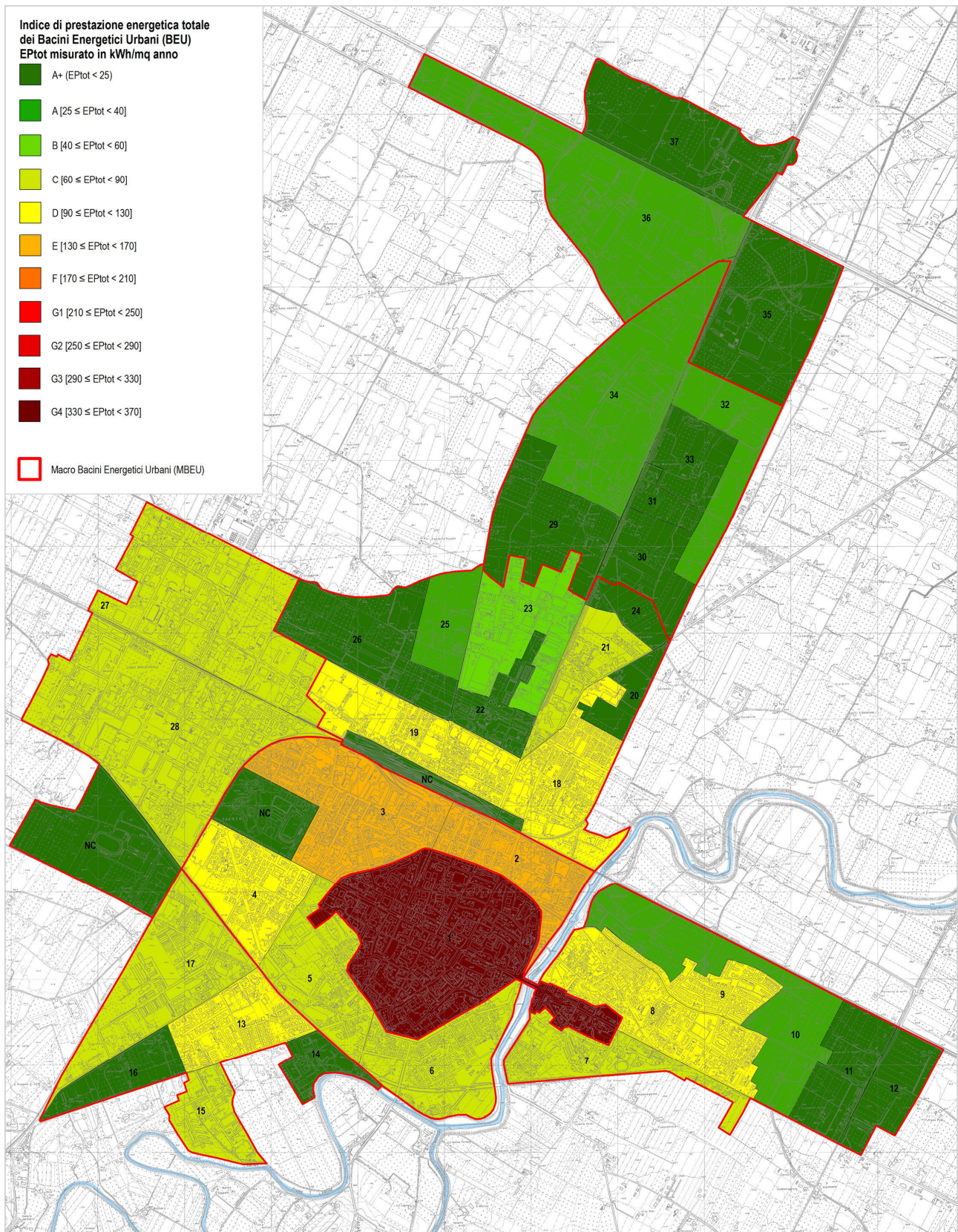


Figura 12: Mappatura energetica dei Bacini Energetici Urbani (BEU) in base all'intensità energetica risultante

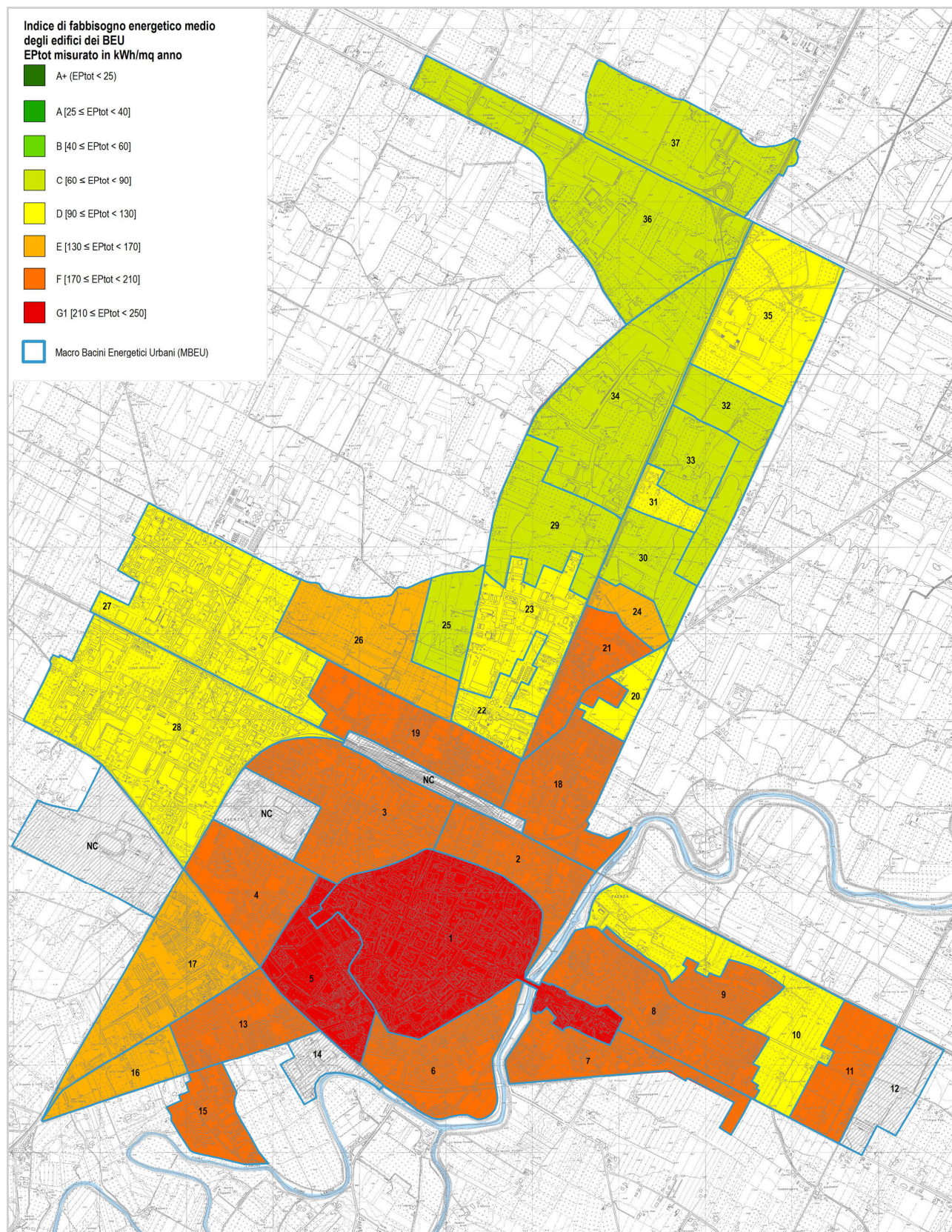


Figura 13: *Indice di fabbisogno energetico medio degli edifici per ogni Bacino Energetico Urbano (BAU)*

4.3.3 Consumo energetico dei Bacini Energetici Urbani

In seguito al recente censimento ISTAT 2011 sono stati resi disponibili i dati delle unità immobiliari (u.i.) non occupate sia residenziali che non residenziali. Tali informazioni sono interessanti al fine di **valutare il reale consumo** per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria degli edifici, e quindi dei Bacini Energetici Urbani afferenti, in quanto un'unità immobiliare non occupata appartenente ad un edificio comporta una riduzione del consumo reale dello stesso.

Il dato fornito dal censimento consente di determinare, per ogni civico, quante unità immobiliari risultano non occupate sull'insieme delle unità appartenenti all'edificio. Nel complesso le unità immobiliari non occupate del centro urbano di Faenza sono il 7 % (circa 3.600, di cui 3060 residenziali e 540 non residenziali).

A titolo esemplificativo, nell'immagine di *Figura 14*, sono individuati con un simbolo blu i civici che presentano delle unità immobiliari non occupate nel centro storico.



Figura 14: Civici che presentano unità immobiliari non occupate (pallino blu)

Le informazioni relative alle unità non occupate sono state elaborate in ambiente GIS al fine di determinare per ogni edificio la percentuale di occupazione e quindi ridurre in percentuale, ove necessario, il fabbisogno e calcolare quindi i consumi energetici effettivi.

Il risultato dell'elaborazione sopradescritta consente di stimare un consumo energetico complessivo degli edifici del centro urbano di Faenza per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria di circa 85.800 Tep.

Analogamente a quanto effettuato per il calcolo del fabbisogno energetico dei Bacini Energetici Urbani, il consumo energetico di ogni MBEU e BEU è stato facilmente calcolabile andando ad aggregare i dati di consumo derivanti dal censimento ai fini energetici degli edifici, ridotti in base al tasso di occupazione dell'edificio, per ogni Bacino Energetico Urbano. I risultati di tale aggregazione sono diagrammati in *Figura 15 e 16* ove il consumo di ciascun MBEU e BEU è riportato in TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio).

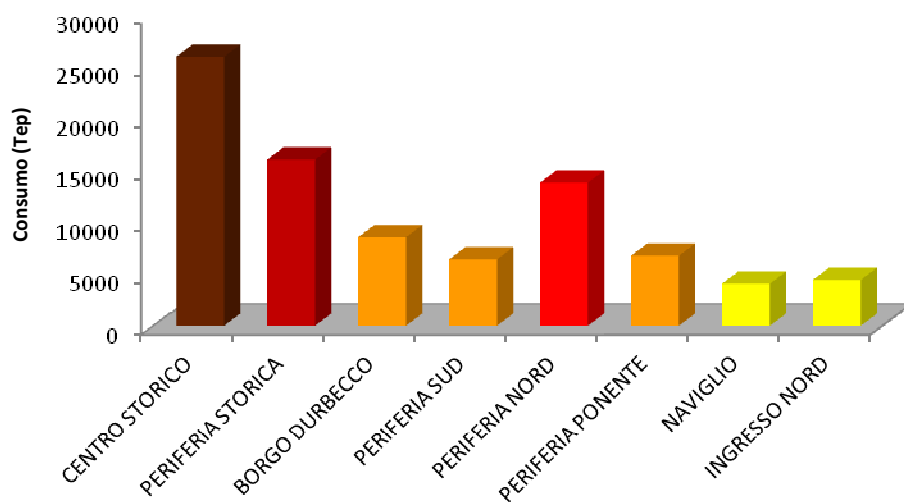


Figura 15: Consumo energetico complessivo in tep di ogni MBEU (Macrobacino)

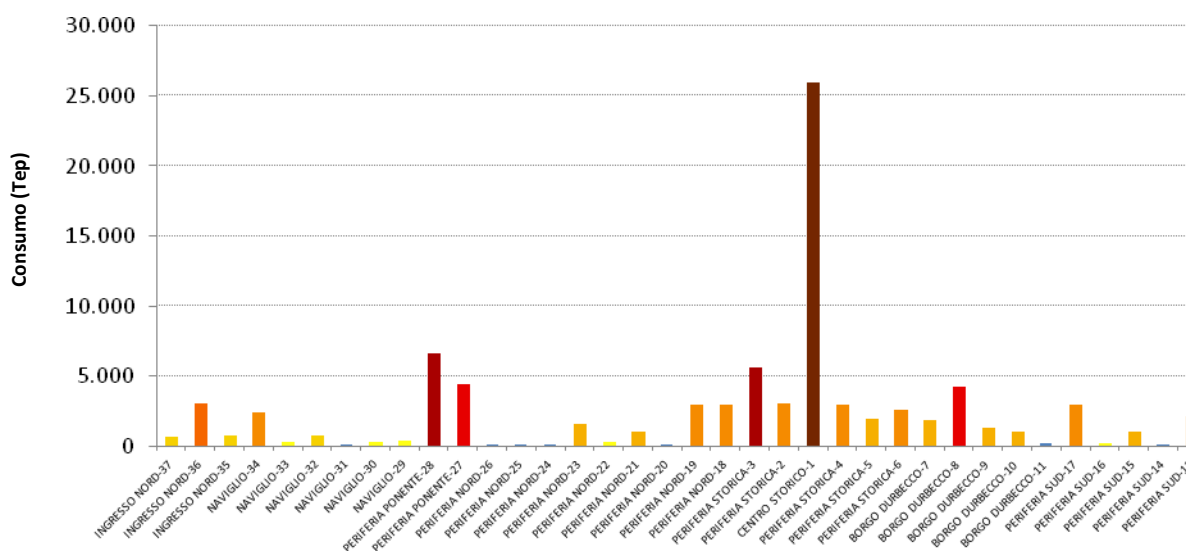


Figura 16: Consumo energetico complessivo in tep di ogni BEU (Bacino)

4.3.4 Centro di produzione e consumo rilevanti

A completamento dell'analisi si è ritenuto opportuno mappare anche la posizione dei grossi consumatori di energia in ambito civile (centri di consumo rilevanti) e dei grossi produttori industriali di energia rinnovabile mediante impianti di cogenerazione alimentati a biomasse presenti nel territorio faentino (centri di produzione rilevanti).

Nel territorio sono presenti 21 centri di consumo rilevanti tra cui gli ospedali e le case di cura, i grossi centri commerciali, gli impianti sportivi ed i complessi scolastici. I centri di produzione rilevanti sono invece 6 e sono composti da gruppi di cogenerazione che nella maggior parte dei casi sono alimentati da fonti rinnovabili ed in alcuni casi a gas metano. In generale gli impianti di cogenerazione non sono abbastanza vicini ai consumatori rilevanti per rendere vantaggiosa la realizzazione di una rete di teleriscaldamento. Solo in un caso (centro commerciale Le Maioliche) è presente tale rete che mette in comunicazione un grosso produttore con un importante consumatore di energia. In questo caso per mezzo del teleriscaldamento oltre che sfruttare in modo efficiente l'energia è possibile anche soddisfare parte dei consumi con energia prodotta da fonti rinnovabili.

Nell'immagine di *figura 17* si riporta il risultato ottenuto in termini di mappatura dei Bacini Energetici Urbani in base al consumo energetico risultante, i centri di consumo rilevanti e i centri di produzione rilevanti. A seguito del calcolo dei consumi è infine possibile valutare le emissioni di anidride carbonica di ogni Bacino Energetico Urbano; il risultato in tonnellate di CO₂ equivalente è riportato in *figura 18*.

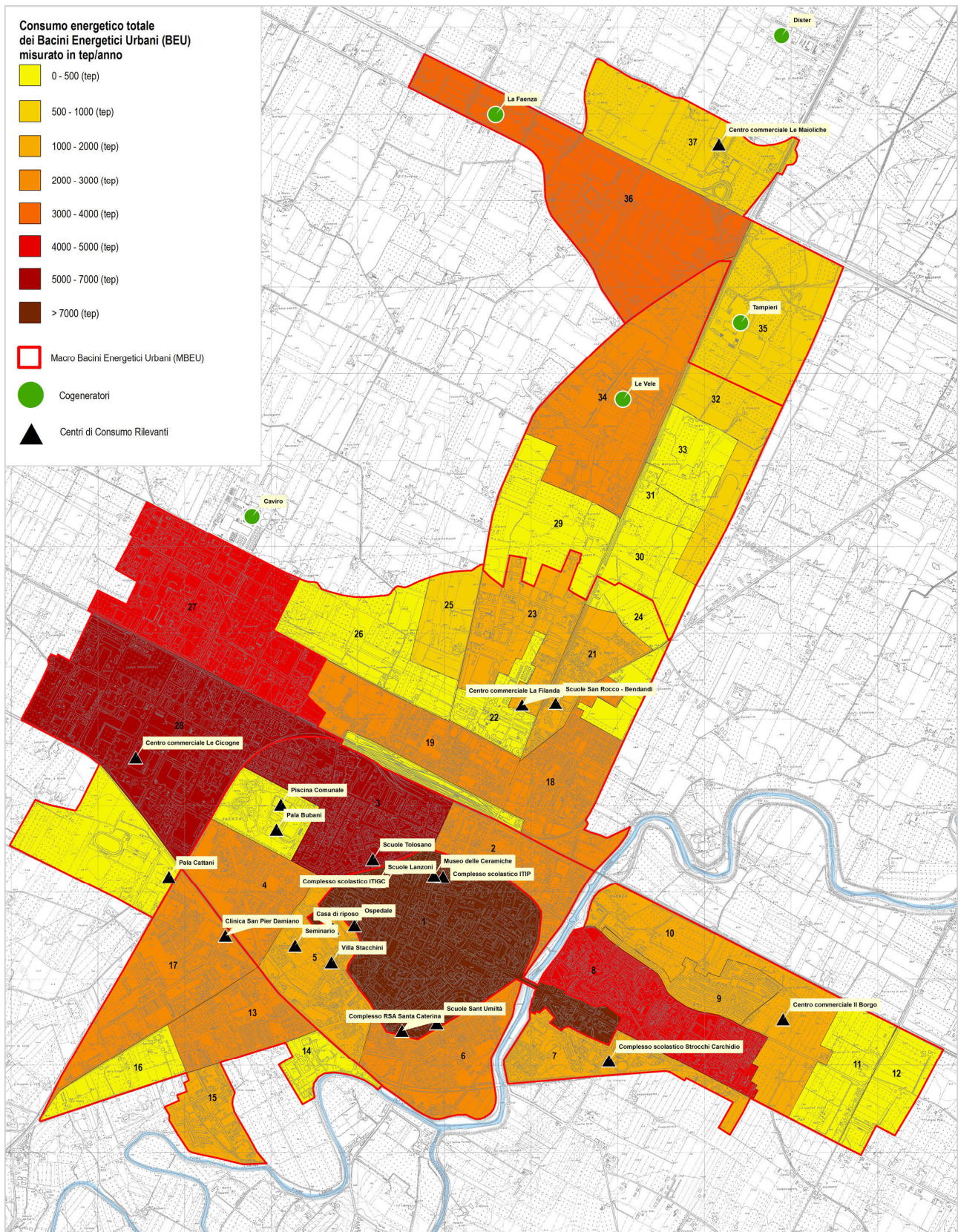


Figura 17: Mappatura del Consumo energetico di ogni BEU espresso in TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) e individuazione dei centri di consumo e produzione energetica rilevanti.

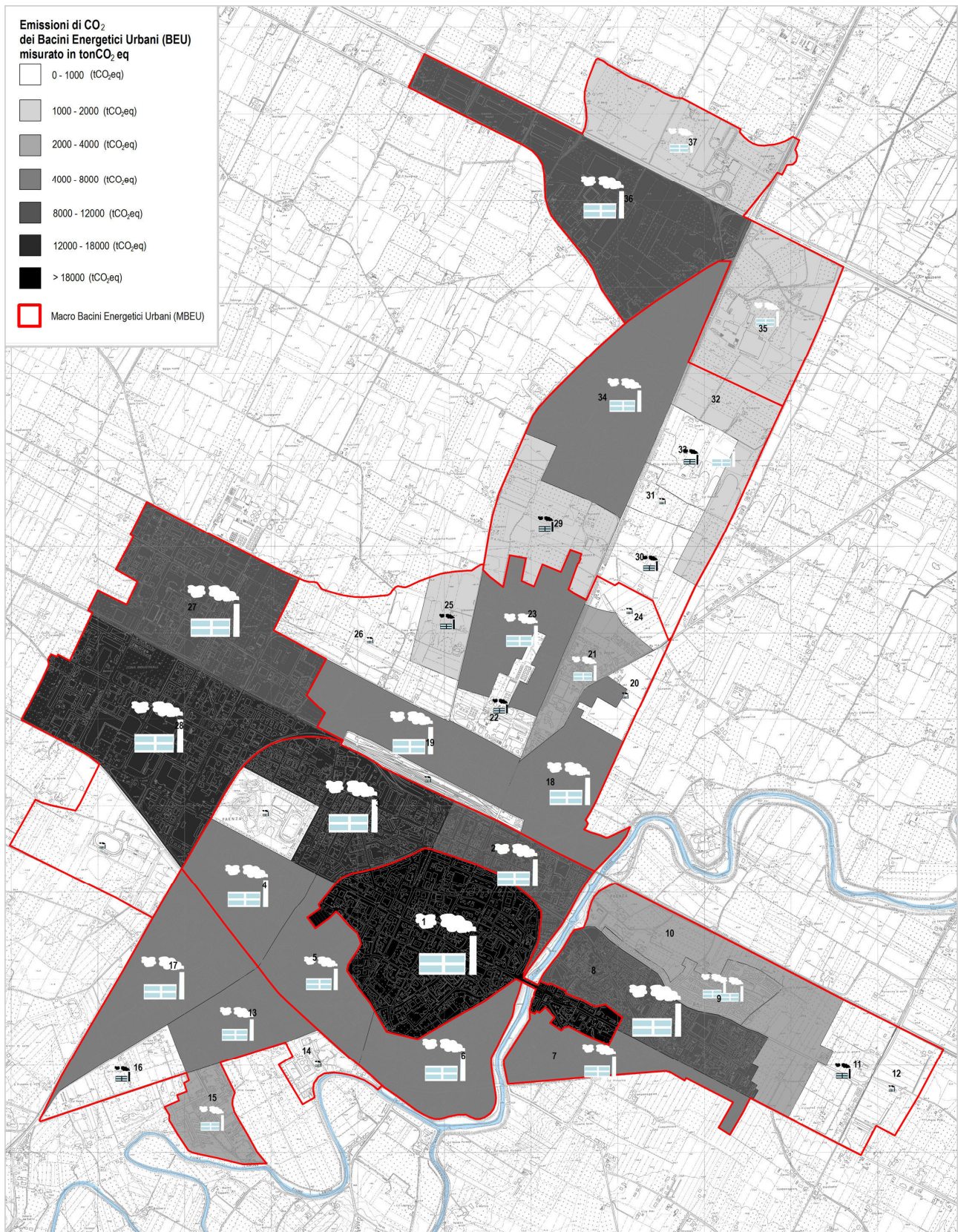


Figura 18: Mappatura delle emissioni di anidride carbonica di ogni BEU in tCO₂ (tonnellate di CO₂ equivalenti)

4.3.5 Confronto tra il fabbisogno e il consumo energetico dei Bacini Energetici Urbani

E' infine interessante confrontare il fabbisogno energetico con i consumi energetici di ogni Bacino Energetico Urbano. Come precedentemente riportato Il risultato dell'elaborazione sopra descritta consente di stimare un **consumo complessivo** degli edifici del territorio urbano di Faenza per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria di circa **86.000 Tep**. Il **fabbisogno energetico**, ovvero la quantità di energia necessaria per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria se tutti gli immobili fossero occupati, è invece di circa **98.000 Tep**. Tale differenza (circa il 13%) è imputabile alle unità immobiliari non occupate. E' possibile inoltre osservare che una percentuale di unità immobiliari non occupate del 7% comporta una differenza di consumo presunto del 13%. Ciò è probabilmente attribuibile al fatto che la maggior parte delle unità non occupate è ubicata in edifici non recenti situati prevalentemente in centro storico e quindi molto energivori.

Anche se nel complesso la differenza tra il fabbisogno ed il consumo energetico è del 13 % in alcune zone può superare anche il 40%. Conoscendo le previsioni di insediamento abitativo nella città è possibile determinare gli incrementi di consumo in seguito all'occupazione delle unità immobiliari attualmente non occupate in considerazione anche delle prestazioni energetiche degli edifici che si andranno ad abitare. Nella figura seguente (*figura 19*) si riporta il rapporto in percentuale tra il consumo ed il fabbisogno di ogni BEU. Mentre in *figura 20* il confronto tra fabbisogno e consumo energetico è espresso in TEP.

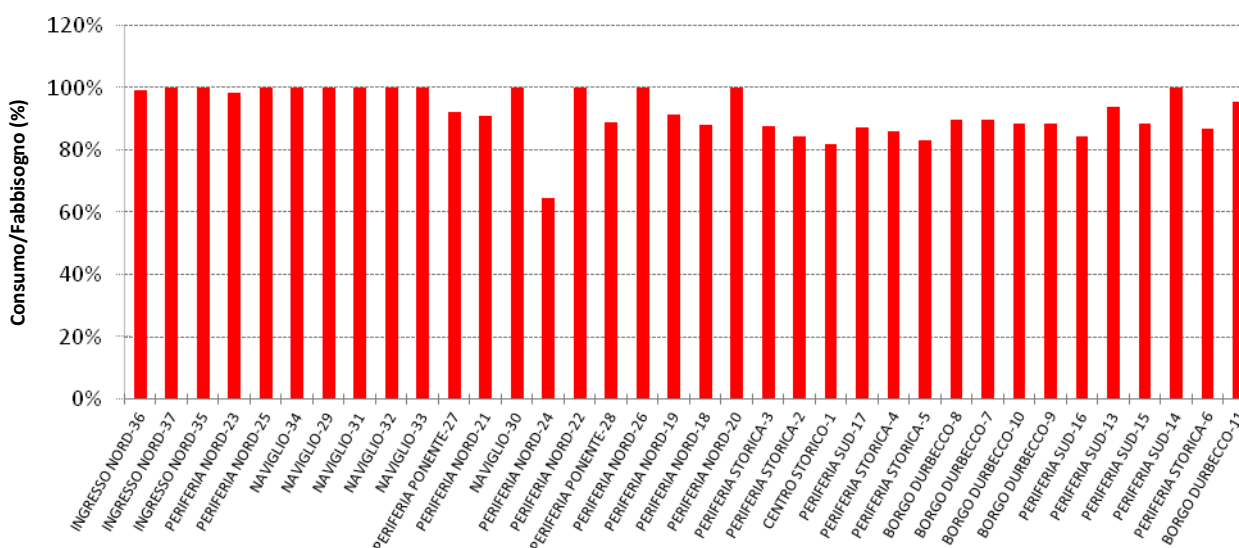


Figura 19: Rapporto percentuale tra il consumo ed il fabbisogno energetico di ogni BEU in relazione alle unità immobiliari occupate

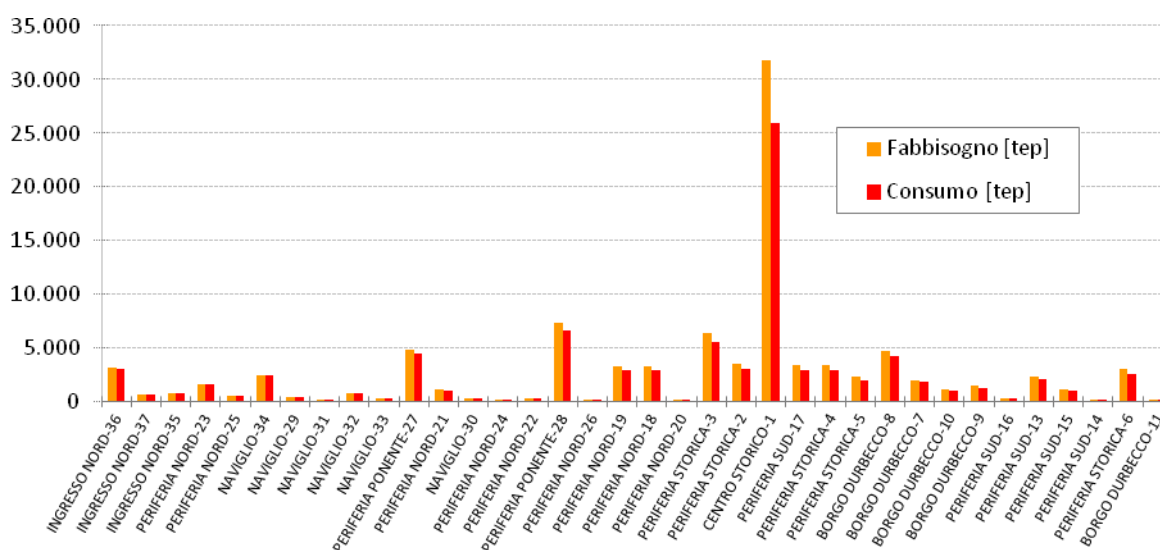


Figura 20: Confronto tra fabbisogno e consumo energetico [TEP] di ogni BEU in relazione alle unità immobiliari occupate

E' infine importante confrontare il risultato delle analisi descritte nel presente capitolo rispetto ai risultati del bilancio energetico generale del Comune di Faenza riferito all'anno 2010 (capitolo 4.1). Il risultato ottenuto con il "modello edifici" ha portato a stimare un consumo per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria del territorio urbano di Faenza di circa 85.800 Tep, mentre l'elaborazione del bilancio energetico generale ha permesso di determinare un consumo reale di circa 72.049 Tep. Tale differenza, pari a circa l'16%, è giustificata dalle inevitabili approssimazioni del modello edifici ampiamente descritte al capitolo 4.2 e dal fatto che i modelli standard di calcolo del fabbisogno tendono a sovrastimare i consumi effettivi di energia primaria.

Si evidenzia che il confronto suddetto consente di definire un fattore di correzione del modello edifici connesso alla mappatura e quindi di passare, a livello di edificio, da fabbisogno a consumo effettivamente previsto e quindi correggere l'inevitabile approssimazione di un modello applicato su scala urbanistica e derivato da macro parametri edilizi.

Il "modello edifici" sarà perfezionato nel tempo a seguito dell'acquisizione di ulteriori informazioni sulle caratteristiche dimensionali ed energetiche dei fabbricati. Allo stato attuale è possibile comunque ritenere che tale modello possa essere strumento efficace per l'individuazione e la valutazione di possibili scenari di incremento dell'efficienza energetica degli edifici e di interi ambiti urbani.

Siccome gli indirizzi comunitari demandano al settore pubblico un ruolo trainante nel processo di riqualificazione energetica (attribuendo in certi casi percentuali vincolanti di riqualificazioni annuali), un ulteriore lavoro in corso di svolgimento è quello di classificare gli edifici in base alla proprietà pubblica (distinguendo in amministrazione comunale ed altre amministrazioni) o all'uso pubblico al fine di ricavare elaborazioni statistiche simili a quelle esposte per l'intera città o per il singolo BEU e MBEU). A lavoro

ultimato sarà possibile definire meglio l'effetto delle azioni anche al variare del soggetto a cui sono destinate.

Capitolo 4.4

Approfondimento di dettaglio su un quartiere tipo

Nel presente capitolo vengono presentati in forma sintetica i risultati del progetto di riqualificazione energetica di un quartiere di edilizia residenziale sociale misto pubblico/privato sito in Faenza realizzato nell'ambito del progetto europeo EnSURE (*Energy Savings in Urban Quarters through Rehabilitation and New Ways of Energy Supply*).

La scelta di approfondire, quale progetto pilota del progetto EnSURE, la riqualificazione energetica di un piccolo quartiere denominato "via Ponte Romano", costruito nel 1958, vuole costituirsi come proposta per una metodica di intervento orientata al recupero energetico del patrimonio edilizio del secondo dopoguerra, con l'obiettivo di valutare l'applicabilità anche ad altri interventi o a singoli edifici della stessa epoca. Come evidenziato nei precedenti capitoli, infatti, il patrimonio edilizio edificato tra il 1946-1971 (per la città di Faenza numericamente il più rilevante) presenta oggi, unitamente a quello pre-industriale tipico della città storica, i livelli più critici in termini di efficienza energetica con un indice di prestazione energetica medio di circa 200 kWh/m²anno.

L'obiettivo del presente studio è quello di testare un processo di riqualificazione energetica di un quartiere residenziale rappresentativo del patrimonio edilizio faentino nelle diverse fasi operative e di valutare nel dettaglio, in rapporto ai costi e ai benefici e alla specificità dei luoghi, un repertorio di soluzioni tecnologiche, impiantistiche e gestionali, fra loro confrontabili, volte ad incrementare la qualità prestazionale ed energetica delle costruzioni esistenti. L'esigenza di assicurare un'adeguata sostenibilità ambientale, in edifici progettati con standard energetici insufficienti, è stata inoltre confrontata e commisurata con il contesto di pregio in cui il quartiere è inserito e con il carattere testimoniale dell'insediamento quale espressione del Piano INA-casa e dell'Italia degli anni '50.

Il quartiere è infatti posto in prossimità del centro città, compreso tra le mura storiche e il fiume Lamone e ben collegato con il contesto circostante. Il tessuto edilizio è nettamente contraddistinto dalla reiterazione di un modulo edilizio a "blocco isolato" il quale definisce il disegno del comparto urbano seguendo un rigido orientamento solare.

Lo studio proposto si pone l'obiettivo di individuare azioni progettuali di miglioramento che innalzino i livelli prestazionali in termini di efficienza energetica e sostenibilità ambientale senza alterare i valori testimoniali del costruito, mantenendo il rigoroso rispetto della lettura architettonica degli edifici e dell'impianto urbano e limitando le azioni invasive all'interno dell'organismo edilizio a causa del taglio

minimo degli alloggi, planimetricamente condizionati dalla struttura in muratura portante. Anche la composizione sociale del quartiere, caratterizzata da una prevalenza di persone anziane, suggerisce soluzioni progettuali al minimo interferenti con la vita dei suoi abitanti, caratterizzati da facilità di gestione e a basso fabbisogno manutentivo.

L'edificio-tipo è costituito da 8-10 unità immobiliari disposte su tre piani fuori terra e un piano rialzato destinato a cantine. Gli edifici hanno un orientamento prevalente dei lati lunghi secondo l'asse eliometrico est-ovest, mentre la facciata posta a sud e a nord è sostanzialmente "cieca" con le sole aperture dei servizi igienici. Il sistema costruttivo, di bassa qualità tecnologica, è in muratura portante con solai in laterocemento e copertura a quattro falde inclinate; gli impianti termici sono autonomi con generatore tipo caldaia murale sostituiti negli anni '80 e corpi scaldanti tipo radiatori. Gli infissi, originariamente in legno, sono stati sostituiti nel tempo dagli inquilini/proprietari con infissi metallici e in pvc e, in alcuni casi, sono stati installati infissi con telaio anche al filo esterno delle murature (doppi vetri); sono presenti, sin dall'origine, oscuranti di tipo avvolgibile. Lo stato manutentivo è piuttosto vario poiché la proprietà degli alloggi è sia pubblica che privata e ciascun edificio costituisce condominio a sé; mediamente l'involucro esterno degli edifici è in mediocre stato di conservazione.



Figura 1: Foto aeree del quartiere di Via Ponte Romano. In evidenza il rapporto del quartiere con le mura storiche il parco fluviale

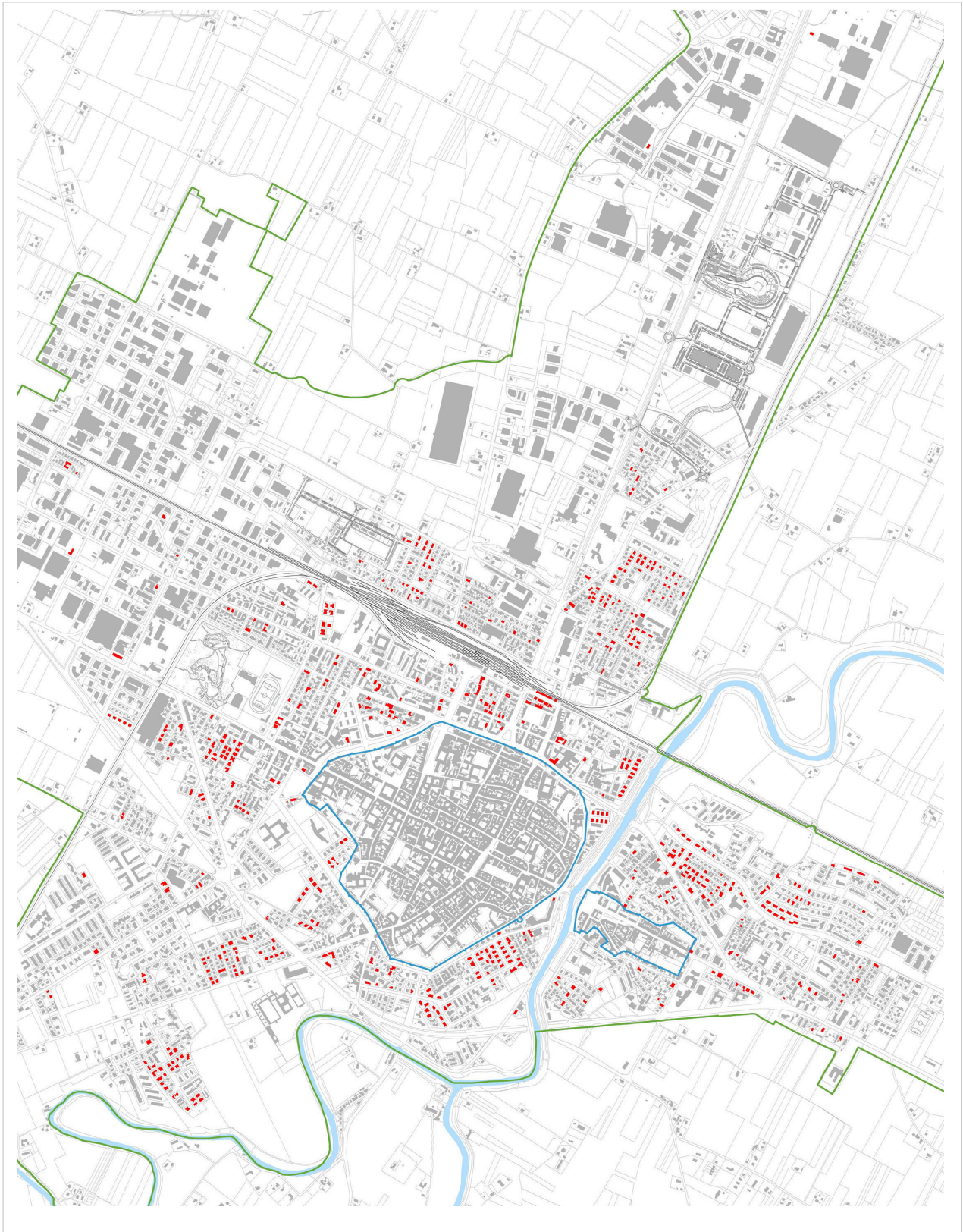


Figura 2: In rosso, gli edifici costruiti dal 1945 al 1981 aventi analoghe caratteristiche geometriche e costruttive con il quartiere di via Ponte Romano (palazzine con tre-quattro piani fuori terra)

4.4.1 Valutazione quali-quantitativa dello stato di fatto mediante diagnosi energetica

La valutazione energetica e prestazionale dello stato di fatto costituisce la **base conoscitiva** di ogni proposta progettuale orientata all'ottenimento di una maggiore efficienza energetica del costruito.

Mediante un'indagine energetica sistematica delle caratteristiche fisico-tecniche e qualitative delle infrastrutture energetiche del quartiere di via Ponte Romano sono stati individuati tutti i parametri geometrici, micro-climatici, termo fisici ed energetici necessari per una corretta diagnosi energetica. L'analisi energetica dei fabbricati è stata condotta attraverso sopralluoghi presso le unità abitative, l'esame della documentazione progettuale (planimetrie, schemi di funzionamento impianti, libretto degli impianti) e indagini strumentali non invasive (analisi termografica e termoflussimetrica). In particolare l'analisi energetica ha richiesto la predisposizione di:

- **un'analisi ambientale** iniziale costituita dalla caratterizzazione climatica di Faenza e dall'inquadramento territoriale specifico del sito compiuto attraverso il rilievo fotografico in funzione degli orientamenti e la tracciatura del diagramma solare;
- **un audit termico di involucro** che ha consentito di individuare le caratteristiche dell'involucro edilizio e le sue condizioni manutentive (tipologia edilizia, caratteristiche geometriche degli edifici, tipologie e caratteristiche delle strutture disperdenti - componenti opache e finestrate - individuazione di eventuali ponti termici e valutazione qualitativa sulle condizioni di isolamento degli edifici tramite analisi termografica dell'involucro edilizio, valutazione della trasmittanza termica dei tamponamenti esterni tramite misura termoflussimetrica, condizioni ambientali interne - temperatura e umidità relativa degli ambienti - esame dei comportamenti e prassi adottate dai residenti che incidono sulle performance energetiche, ecc.);
- **un audit termico di impianto** che ha consentito di individuare le caratteristiche dell'impianto termico attuale e le modalità di utilizzo (tipologia e caratteristiche tecniche dell'impianto di riscaldamento e sue modalità di utilizzo, tipologia del sistema di distribuzione del calore, dispositivi di produzione dell'acqua calda per usi sanitari e loro modalità di utilizzo, tipologia e caratteristiche tecniche dell'eventuale impianto di condizionamento estivo e sue modalità di utilizzo, valutazione dell'adeguatezza dimensionale degli impianti);
- **un audit elettrico** che ha consentito di individuare le caratteristiche dell'impianto e dei dispositivi elettrici e loro modalità di utilizzo (tipologia e caratteristiche tecniche dell'impianto elettrico, tipologia e caratteristiche tecniche dei dispositivi elettrici - illuminazione, elettrodomestici e altre apparecchiature elettroniche);

- **un audit idrico** che ha consentito di individuare le caratteristiche dell'impianto idrico e sue modalità di utilizzo; In fase di analisi energetica, sono stati infine reperiti i dati storici di fatturazione energetica relativi alle utenze termiche ed elettriche di tre appartamenti.

In fase di analisi energetica, sono stati infine reperiti i dati storici di fatturazione energetica relativi alle utenze termiche ed elettriche di tre appartamenti.

Raccolti i dati attraverso l'attività di analisi energetica, si è passati alla ricostruzione del bilancio energetico complessivo (dell'edificio tipo e del quartiere) cercando di individuare gli elementi critici dal punto di vista dispersivo, le fonti di spreco e la distribuzione dei consumi per usi finali.

La diagnosi energetica condotta ha consentito di valutare il fabbisogno energetico caratteristico del sistema edificio – impianto tipo e di individuare gli indicatori specifici di fabbisogno di energia primaria, misurati in kWh/m², rappresentativi della prestazione energetica allo stato di fatto di ciascun edificio e di ciascun alloggio. L'esito della diagnosi energetica ha evidenziato un fabbisogno normalizzato medio di energia primaria (per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria) per unità di superficie di ciascun edificio-tipo (**EP_{tot}**) **pari a 240 kWh/m²anno** che colloca gli edifici presi in esame in **classe G** ai sensi della normativa regionale vigente.

In *figura 3* viene proposto il confronto tra il fabbisogno energetico caratteristico rilevato in fase diagnostica per l'edificio-tipo di via Ponte Romano e quello richiesto dalle disposizioni normative vigenti in regione Emilia Romagna **per le nuove costruzioni nella medesima zona climatica (Gradi Giorno) e con il medesimo rapporto S/V (Superficie disperdente/Volume riscaldato).**

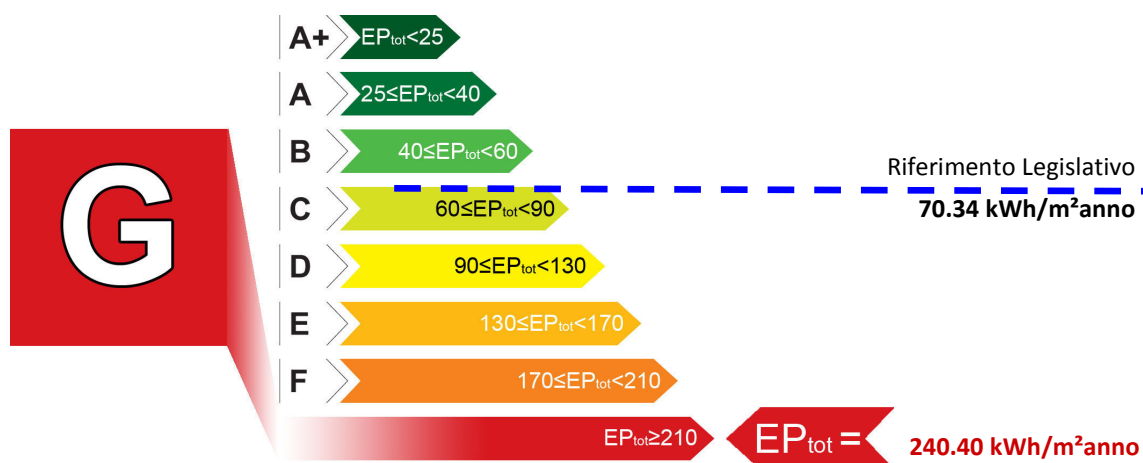


Figura 3: Classi di prestazione energetica ai sensi della DAL 156/2008; confronto tra EP_{tot} di Via Ponte Romano e EP_{tot} delle nuove costruzioni con medesimo rapporto S/V.

L'esito del **bilancio energetico**, predisposto al fine di ricostruire l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio-tipo, ha evidenziato le maggiori criticità negli usi termici che rappresentano l'85%

Quartiere di Via Ponte Romano – Lo stato di fatto: tabella riassuntiva finale dei dati raccolti

a)	<p>Il quartiere</p> <ul style="list-style-type: none"> Numero di fabbricati: 8 Tipologia degli edifici: fabbricati a blocco Anno di costruzione: 1958 Numero unità abitative: 8-10/edificio, totale 76 Abitanti equivalenti: in media 2 per unità, 16-20 per edificio, totale 160 abitanti Posizione nel settore dei trasporti pubblici: servito da fermata autobus
b)	<p>Gli edifici</p> <ul style="list-style-type: none"> Numero Piani: 3 piani fuori terra e un piano rialzato adibito a cantine Struttura: muratura portante intonacata, solai in latero-cemento Copertura: sottotetto non abitabile, solaio in latero-cemento a falda inclinata Infissi: (a seconda del condominio) metallici (anche con doppio telaio) o PVC con vetri doppi Isolamento: isolamento ripartito; non si conoscono interventi di isolamento termico Interventi di ristrutturazione: interventi dei singoli utenti e/o condomini, ad es. sostituzione generatore di calore, sostituzione infissi, dei corpi scaldanti (radiatori)
c)	<p>Dati energetici degli edifici e del quartiere (normativa di riferimento DAL 156/2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> Destinazione d'uso: Edificio adibito a residenza E.1 Zona climatica: E Gradi giorno GG: Faenza, 2.263 GG Rapporto S/V (Superficie disperdente/Volume riscaldato): 0,62 1/m Superficie utile riscaldata: ca. 41.2 m²/unità, ca. 412.5 m²/edificio, ca. 3296 m²/quartiere Volume lordo riscaldato: 1.621 m³ Superficie disperdente: 1.018 m²
d)	<p>Condizioni dei sistemi energetici</p> <p>a1) impianto di riscaldamento</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipo di impianto: autonomo Tipo di combustibile: metano Sistema di generazione: generatore tipo caldaia murale Anno della tecnologia: fine anni '80 Potenza installata/alloggio: ca. 4.8 kW (corpi scaldanti); ca. 25 kW (generatore); Potenza installata/edificio: ca. 43.2 kW (corpi scaldanti); ca. 225 kW (generator1); Consumo annuo di metano per unità abitativa: ca. 840Nm³ (ca.92% riscaldamento, ca.8% acqua calda sanitaria) Consumo annuo di metano per edificio: ca. 8400Nm³ <p>a2) impianto di condizionamento</p> <ul style="list-style-type: none"> Tipologia di impianto: impianti mono/multisplit, ove installati dai proprietari Potenza installata: variabile Tipo di combustibile: energia elettrica <p>a3) illuminazione</p> <ul style="list-style-type: none"> Installazione di dispositivi a basso consumo: in fase di progressiva sostituzione Consumo annuo: n.d. Anno della tecnologia: variabile
e)	<p>Metodologia di analisi</p> <ul style="list-style-type: none"> Ricerca a tavolino: ✓ Sopralluogo: ✓ “rilievo di tutti gli edifici” vs “studio a campione”: studio a campione Documentazione, disponibile: layout architettonici, dati storici di fatturazione (“bollette”) Indagini strumentali condotti: termografia, termoflussimetria, rilievo termo igrometrico
f)	<p>Chiavi e indicatori per la diagnosi energetica</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabbisogno annuo di energia primaria per unità di superficie (kWh/m²/anno): per riscaldamento (Ep inv): ca. 222,25 per produzione a.c.s (Epacs): ca. 18,15 Totale Eptot = Epinv+Epacs = 240,40 Fabbisogno annuo di energia primaria delle unità abitative: ca. 9.9 MWh/anno Fabbisogno annuo di energia primaria dell'edificio: ca.99 MWh/anno Fabbisogno annuo di energia primaria del quartiere: ca.800 MWh/anno Distribuzione dei consumi per tipo di utilizzo: ca.85% usi termici e ca.15% usi elettrici Emissioni di CO² della singola unità e dell'edificio (Kg/anno): singola unità ca. 2.8 t/anno, intero edificio ca.28 t/anno Emissioni di CO² del quartiere (Kg/anno): ca. 224 t/anno Emissioni di CO² per unità di superficie (kg/m²/anno): totale 58,7 ca.49,8 usi termici ca.8,9 usi elettrici Alberi necessari per compensare la CO² emessa da un edificio/quartiere: 1400 alberi/11'200 alberi Spesa energetica (per riscaldamento) a unità abitativa: 800,00 €

dei consumi energetici complessivi e la **maggiore inefficienza nella tenuta termica dell'involucro edilizio**, in particolare **dell'involucro edilizio opaco** che presenta un'incidenza percentuale sul totale delle dispersioni per trasmissione di calore pari al 75% (50% pareti perimetrali, 10% copertura, 10% solaio del piano rialzato e 5% parete divisoria interna del vano scale, questi ultimi a contatto con locali non riscaldati); il rimanente 25% è attribuibile alle componenti finestrate dell'involucro edilizio (15%) ed ai ponti termici (10%) diffusamente rilevati mediante l'analisi termografica condotta nella fase di analisi energetica.

Allo stato di fatto, il quartiere di via Ponte Romano ha un fabbisogno annuo di energia primaria pari a circa 800 MWh (800.000 kWh/anno) e una spesa energetica complessiva pari a circa 67.000€. In termini di emissioni di gas serra, il quartiere di via Ponte Romano emette circa 240 tonnellate di CO₂ all'anno pari all'assorbimento annuale di circa 11.200 alberi, con un valore di emissione per unità di superficie pari a 58,7 kg/mq/anno di cui 49,8 per usi termici e 8,9 per usi elettrici.

4.4.2 Definizione delle strategie di intervento di miglioramento energetico

Le strategie di intervento costituiscono la risposta operativa per la correzione delle problematiche emerse in fase diagnostica e a seguito del confronto con i parametri prestazionali¹ richiesti dalle normative cogenti.

Al fine di valutare le potenzialità di risparmio energetico di ciascuna azione, gli interventi di miglioramento sono stati analizzati dapprima singolarmente, partendo dall'intervento di più facile realizzazione (installazione di valvole termostatiche) fino alla formulazione di scenari di intervento progressivi e integrati su più sistemi (involucro edilizio-impianti meccanici-fonti rinnovabili), organizzati secondo una gradualità crescente dei costi e dei benefici.

Tale modalità di approccio ha consentito di intraprendere un'intensa attività di pubblicizzazione² e sensibilizzazione dei risultati rivolta alla cittadinanza sulle potenzialità di efficientamento intrinseche del patrimonio edilizio faentino attivabili sia mediante disponibilità di finanziamenti pubblici straordinari per programmi di riqualificazione complessi ed estesi (tipo Contratti di Quartiere) sia mediante interventi di recupero di tipo diffusivo sul patrimonio edilizio privato riconducibili alla tipologia dell'ordinaria e straordinaria manutenzione.

Le strategie di intervento proposte sono state selezionate in base al loro grado di riproducibilità e trasferibilità sul territorio e rappresentano il risultato di un'indagine calata nel sito specifico di Via Ponte Romano, esse pertanto rappresentano solo parzialmente l'abaco delle possibili strategie di intervento che la cultura tecnica e progettuale può esprimere sul recupero in chiave energetica del costruito.

Nella definizione delle strategie di intervento, sono stati in prima istanza valutati gli interventi che consentono di conseguire una **sensibile riduzione dei consumi di energia** mediante soluzioni di

¹ *Il recupero energetico e ambientale del costruito – Riqualificazione del patrimonio edilizio recente: Strategie e procedure.* Maggioli Editore

² Faenza è mi Paes n.4/Ottobre 2012 – Allegato: “La consapevolezza della sostenibilità: nel futuro della città la riduzione dei consumi energetici”

efficientamento energetico che interessano **l'involucro edilizio dell'edificio-tipo** (pareti opache ed elementi finestrati).

In funzione del "peso", gli interventi di efficientamento energetico sull'involucro edilizio consentono, infatti, di raggiungere un minor fabbisogno di energia utile per il riscaldamento mediante una migliore prestazione di contenimento delle dispersioni termiche della struttura e quindi una migliore conservazione del calore all'interno degli spazi riscaldati. Nel garantire le prestazioni energetiche richieste dalla normativa regionale per ciascun tipo di struttura (pareti, copertura, solai, infissi) sono state valutate diverse soluzioni tecniche di intervento, in termini di materiali e tecnologie impiegabili, determinando per ciascun elemento costruttivo le specifiche fisiche (spessori e stratigrafie) necessarie all'assolvimento della prestazione cogente e il costo associato all'intervento che differisce, talvolta in modo sostanziale, in funzione delle caratteristiche fisico/chimiche del materiale impiegato.

In tabella di *figura 4* vengono sinteticamente riportati i **singoli interventi migliorativi considerati** sull'involucro opaco e trasparente dell'edificio-tipo analizzati nel presente studio.

Involucro Edilizio	Involucro edilizio opaco	Parete esterna	Isolamento con cappotto esterno in materiale isolante di sintesi
			Isolamento con cappotto esterno in materiale isolante naturale
			Isolamento con intonaco termoisolante (spessore 2 – 4 - 6 cm)
		Copertura (non abitabile)	Isolamento del solaio sottotetto in materiale isolante di sintesi
			Isolamento del solaio sottotetto in materiale isolante naturale
			Isolamento del solaio di copertura in estradosso e rifacimento del manto di copertura
	Solaio piano rialzato	isolamento solaio del piano rialzato verso le cantine in materiale isolante di sintesi	
	Involucro trasparente	Infissi	sostituzione infissi esistenti con infissi con telaio metallico a taglio termico e doppi vetri basso-emissivi
			sostituzione infissi esistenti con infissi con telaio in legno e doppi vetri basso-emissivi
sostituzione infissi esistenti con infissi con telaio in PVC a taglio termico e doppi vetri basso-emissivi			

Figura 4: Involucro edilizio - singoli interventi migliorativi analizzati alla scala dell'edificio-tipo

In seconda istanza sono stati valutati gli interventi che consentono **una riduzione dei consumi di energia mediante soluzioni che interessano gli impianti meccanici**, mirate a ottimizzare, rinnovare o modificare radicalmente il sistema di generazione, distribuzione, emissione del calore e ad integrare le fonti rinnovabili per la produzione locale di energia. **Agendo sugli impianti meccanici le possibilità di intervento si estendono dalla scala del singolo appartamento a quella dell'edificio-tipo e dell'intero quartiere.** Un ulteriore parametro che distingue le diverse scelte impiantistiche analizzate è il vettore energetico di alimentazione degli impianti (metano, energia elettrica, biomassa). Nel presente studio è stato valutato in prima istanza **il mantenimento e l'ottimizzazione dell'attuale sistema di gestione del calore mediante generatori di calore individuali.** Si è poi proceduto ad analizzare scenari di miglioramento che prevedono **soluzioni impiantistiche che modificano l'organizzazione gestionale del calore nell'edificio e nel quartiere** mediante l'installazione di generatori di calore centralizzati, l'installazione di una centrale termica di quartiere e l'integrazione di tali sistemi con le fonti rinnovabili.

In tabella di *figura 5* vengono sinteticamente riportati le proposte progettuali sulla riqualificazione degli impianti meccanici analizzati nel presente studio.

Impianti meccanici	Impianti autonomi	Singolo appartamento	sostituzione generatore di calore autonomo con caldaia a condensazione
			Installazione di valvole termostatiche a bassa inerzia termica su ogni corpo scaldante
			Installazione di impianto per la ventilazione meccanica controllata con recupero di calore ad alta efficienza.
	Impianti centralizzati	Singolo Edificio	Sostituzione dei generatori autonomi con impianto centralizzato con generatore alimentato a gas metano e installazione di sistemi integrativi per la produzione di acqua calda sanitaria (solare termico)
			Sostituzione dei generatori autonomi con impianto centralizzato con generatore a pompa di calore e installazione di sistemi integrativi per la produzione di acqua calda sanitaria ed elettrica (solare termico + fotovoltaico)
		Quartiere	Sostituzione dei generatori autonomi con una centrale termica di quartiere con generatore alimentato a gas metano e installazione di sistemi integrativi per la produzione di acqua calda sanitaria
Sostituzione dei generatori autonomi con una centrale termica di quartiere con generatore alimentato a biomasse e installazione di sistemi integrativi per la produzione di acqua calda sanitaria			

Figura 5: Impianti meccanici - singoli interventi migliorativi analizzati alla scala dell'edificio tipo e alla scala del quartiere.

4.4.3 Definizione degli scenari di miglioramento energetico

A partire dalle strategie di intervento così definite, il progetto di riqualificazione prefigurato per il piccolo quartiere di via Ponte Romano ha valutato **tre diversi scenari di miglioramento energetico** caratterizzati da un'intensità crescente dei costi e dei benefici ambientali ottenibili, suddivisi a seconda che si intervenga:

- **senza modificare la divisione impiantistica attuale dell'edificio-tipo, ottimizzando il sistema di generazione individuale dei singoli appartamenti;** *(Scheda di valutazione 1)*
- **modificando la divisione impiantistica attuale, intervenendo e centralizzando a scala di edificio-tipo la produzione di calore e di acqua calda sanitaria;** *(Scheda di valutazione 2)*
- **modificando la divisione impiantistica attuale, intervenendo e centralizzando a scala di quartiere la produzione di calore e di acqua calda sanitaria mediante la realizzazione di una centrale termica di quartiere (teleriscaldamento);** *(Scheda di valutazione 3)*

Nella presente sintesi vengono riportate esclusivamente le schede di valutazione degli scenari di riqualificazione selezionati, cioè quelli su cui l'attività di valutazione, condotta nell'ambito del progetto EnSURE, ne ha evidenziato la maggiore convenienza o opportunità rispetto a scenari di intervento alternativi.

Nel patrimonio edilizio del secondo dopoguerra, agire sulla riduzione delle dispersioni energetiche dell'involucro edilizio costituisce la condizione preliminare per tutti gli interventi volti al raggiungimento di livelli prestazionali elevati, pertanto gli scenari prefigurati assumono come condizione per la loro piena efficacia, la riqualificazione integrale degli elementi dell'involucro edilizio opaco e trasparente secondo uno scenario di intervento scelto e ottimizzato in base a criteri di convenienza economica e opportunità tra le possibili alternative valutate.

I criteri che hanno guidato la scelta per la composizione degli scenari di miglioramento a partire dalle definizioni delle strategie di intervento sono i seguenti:

- la **massimizzazione del risparmio energetico** conseguibile, individuato attraverso la percentuale di riduzione dei consumi, la conseguente riduzione dei costi sostenuti in bolletta e la classe energetica raggiunta;
- **l'ottimizzazione del tempo di ritorno** economico dell'investimento iniziale ossia il tempo necessario affinché un progetto recuperi il costo di investimento iniziale.;
- la massimizzazione del **comfort e del miglioramento ambientale** ottenibile dall'intervento di riqualificazione;
- la **minimizzazione delle interferenze** degli interventi e delle tecnologie applicate con la vita dei residenti.

Nella **scheda di valutazione 0** viene invece riportata l'attività di valutazione degli interventi di miglioramento energetico "singoli e progressivi" sull'involucro edilizio opaco e trasparente e di

ottimizzazione dell'impianto autonomo delle singole unità abitative, che rappresenta per Faenza la soluzione impiantistica ampiamente il più diffusa in ambito residenziale. **(Scheda di valutazione 0)**

Le schede di valutazione 0-1-2-3, di seguito riportate contengono, oltre alla descrizione sintetica dell'intervento scelto, il quadro di riepilogo degli indicatori ambientali ed economici assunti dal presente studio per valutare l'efficienza e l'efficacia della misura proposta, quali la percentuale di energia primaria risparmiata, l'investimento iniziale totale necessario per implementare la misura, il tempo di recupero necessario affinché le quote di risparmio attese per la riduzione delle bollette energetiche eguagliano l'investimento iniziale ("pay-back assoluto"), il medesimo tempo di recupero considerando l'applicazione dell'attuale regime fiscale vigente in Italia che riconosce un rimborso sulle spese di investimento sostenute per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti in misura pari al 55% delle spese sostenute con un limite di importo di 100.000 € ("pay-back con 55%") e la classe energetica, rappresentativa della prestazione energetica del sistema edificio-impianto, raggiunta *ex post*.

Infine, tutti gli interventi sono stati classificati in tre classi di riproducibilità – **intervento di retrofit leggero, medio e pesante**- in funzione della sostenibilità economica della proposta (valutata senza incentivo) intendendosi per:

- **Intervento di retrofit leggero:** intervento migliorativo singolo o composto con altri interventi di minima caratterizzati da una buona sostenibilità economica, ma comportanti un limitato miglioramento della prestazione globale termica dell'edificio;
- **Intervento di retrofit medio:** intervento migliorativo singolo o composto comportante un sensibile miglioramento della prestazione globale termica dell'edificio in cui l'incentivo fiscale diviene determinante per la sostenibilità economica dell'intervento.
- **Intervento di retrofit pesante:** intervento migliorativo comportante la riqualificazione energetica globale dell'edificio comportante la massima prestazione energetica dell'edificio, ma al contempo tempi di ritorno dell'intervento superiori a 20 anni sostenibili solo in occasione di interventi di ristrutturazioni integrali volti ad incrementare la vita utile di un edificio.

Tutte le valutazioni riportate sono riferite **all'edificio-tipo**, vale a dire un edificio a blocco isolato di tre piani fuori terra costituito da 10 appartamenti con una superficie utile lorda totale di 477 mq e **all'intero quartiere** costituito da otto edifici, per un totale di 76 appartamenti, con una superficie utile lorda di 3.816 mq.

Infine, si è proceduto a fornire un quadro complessivo di sintesi degli scenari di miglioramento scelti per addivenire a raffronti complessivamente omogenei rispetto ai principali indicatori ambientali. **(Scheda 4)**

Per una piena comprensione degli scenari di miglioramento proposti occorre, infine precisare che:

- i risparmi sulle bollette energetiche sono calcolati rispetto all'ottenimento di un comfort ambientale obiettivo (nella realtà si riscontrano abitudini delle famiglie anche molto diverse riguardo alle temperature mantenute negli alloggi, con conseguenti disparità nelle bollette).
- i costi degli investimenti sono riferiti al 2011 e sono senza IVA e senza le spese tecniche relative alla progettazione.
- l'applicabilità delle agevolazioni fiscali per il risparmio energetico (-55%) va verificata in base alla denuncia Irpef di ciascun condomino.

L'intera ipotesi di riqualificazione, qui presentata in forma sintetica, è costituita dall'insieme di due elaborati, realizzati nell'ambito del progetto EnSURE, contenenti le schede di calcolo degli interventi di miglioramento "singoli e progressivi" analizzati sulle strutture e sugli impianti ai quali si rimanda per una disamina più completa.

Scheda di valutazione - 0

Valutazione degli interventi “singoli e progressivi” sull’impianto termico individuale e sull’involucro opaco e trasparente a scala di edificio-tipo.

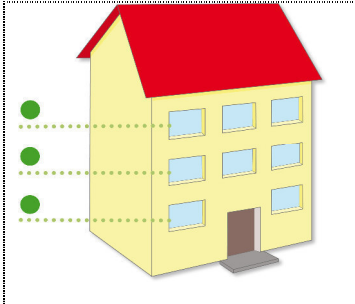
Come evidenziato al paragrafo 4.4.2, al fine di intraprendere un’intensa attività di informazione e sensibilizzazione della cittadinanza, in qualità di soggetto potenzialmente attuatore di interventi di efficientamento “diffusivi” sul patrimonio edilizio esistente, le singole azioni di miglioramento energetico sull’involucro edilizio e di ottimizzazione degli impianti termici autonomi sull’edificio-tipo sono state dapprima valutate singolarmente e poi “combinare” per la formulazione di scenari di intervento progressivi a beneficio e impatto economico crescente.

In particolare, il costo associato agli interventi sull’involucro edilizio opaco dipende largamente dalla tipologia di materiale impiegato per la coibentazione. Nel presente studio, l’intervento di miglioramento sull’involucro opaco è stato valutato considerando sia l’impiego di **materiali isolanti di sintesi** ricavati dal petrolio (polistirene espanso), caratterizzati da un buon comportamento in regime invernale, facilità di posa ed economicità, ma più impattanti in termini di energia spesa per l’intero ciclo di vita del prodotto (estrazione, produzione, vita e utilizzo, dismissione e smaltimento), sia considerando l’impiego di **materiali isolanti naturali** derivanti da materie prime rinnovabili (sughero espanso), più aderenti ai principi della bioarchitettura e caratterizzati da un miglior comportamento in regime estivo, riciclabilità e un basso contenuto di energia “inglobata”. Nelle tabelle che seguono il costo degli interventi sull’involucro edilizio utilizzando materiali isolanti naturali derivanti da materie prime rinnovabili è evidenziato con uno sfondo di colore verde.

Nel caso del quartiere di via Ponte Romano, la presenza di vincoli architettonici ordinari e l’assenza di vincoli ambientali o morfologici cogenti (es. distanza tra le pareti finestrate, umidità di risalita, ecc.) non consente di indicare una scelta preferenziale tra le due soluzioni, la quale è demandata a criteri di convenienza economica ed opportunità (es. nella definizione dello scenario di riqualificazione integrale dell’involucro edilizio opaco e trasparente è stato scelto di sostituire gli infissi esistenti con infissi in legno, ben più costosi degli infissi in PVC, al fine di ripristinare la tipologia degli infissi originari).

▪ **Interventi singoli e progressivi sugli impianti meccanici**

Impianti meccanici: Valvole termostatiche

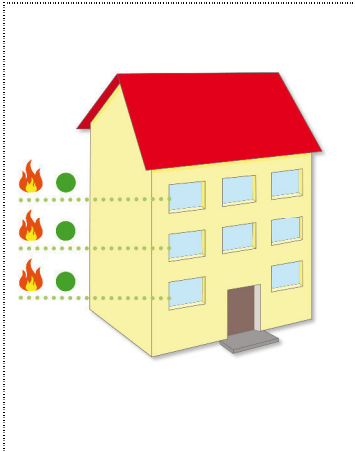


Intervento Singolo (I.S)³ A.1: ottimizzazione impianto termico individuale (intervento leggero)

Considerando il **singolo intervento** migliorativo consistente in:

(I.S) A.1 **Impianto:** installazione di **valvole termostatiche** a bassa inerzia termica su ogni corpo scaldante.

Impianti meccanici: Sostituzione del generatore + Valvole termostatiche



Intervento Composto (I.C)⁴ A.2: ottimizzazione impianto termico individuale (intervento medio)

Considerando la **combinazione di interventi** sull'impianto termico consistenti in:

(I.C) A.2 **Impianto:** sostituzione dell'attuale generatore di calore con una **caldaia a condensazione** con regolazione climatica;
Impianto: installazione di **valvole termostatiche** a bassa inerzia termica su ogni corpo scaldante;

Valutazione interventi: (I.S) A.1 - (I.C) A.2

Impianto termico	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico	Investimento Totale	Pay-back ⁵ (assoluto)	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%)	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
			%	€	anni	€	€	anni	
Ottimizzazione impianto termico	(I.S) A.1	Valvole termostatiche	-3,75	2'000	10/12	200	4,20	3/4	G 231.40
	(I.C) A.2	Caldaia condensazione + Valvole termostatiche	-13,00	26'000	23/25	2'600	54,50	12/13	F 209.10

³ I.S = Intervento singolo

⁴ I.C = intervento composto

⁵ Pay-back = tempo di ammortamento dell'investimento

▪ **Interventi singoli e progressivi sull'involucro opaco e trasparente**

Involucro: Copertura



Intervento Singolo (I.S) B.1: isolamento della copertura (sottotetto non abitabile) (intervento leggero)

Considerando il **singolo intervento** migliorativo sull'involucro edilizio opaco consistente in:

(I.S) B.1 Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di lana di roccia** fino al limite minimo di legge (0.30W/m²K);

o alternativamente:

(I.S) B.1 Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di sughero** fino al limite minimo di legge (0.30W/m²K);

Valutazione intervento: (I.S) B.1

Involucro opaco	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
Copertura	(I.S) B.1	Lana di roccia	-8,50%	3'500	5/6	350	7,30	1/2	F 204.34
		Sughero	-8,50%	7'000	10/11	700	14,67	4/5	

L'intervento realizzato in estradosso della falda di copertura risulta essere il più praticato, in quanto associato alle opere di manutenzione straordinaria delle falde che accusano problemi di impermeabilizzazione. Dal punto di vista energetico, non vi sono apprezzabili differenze tra il posizionamento del materiale isolante in falda o nel solaio del sottotetto (non praticabile). Dal punto di vista operativo, i costi di posa nel sottotetto non praticabile sono ampiamente inferiori, ma come detto gli interventi in estradosso della falda sono per lo più giustificati da necessità manutentive della copertura.

Involucro: Copertura + Solaio del piano rialzato



Intervento Composto (I.C) B.2: isolamento della copertura e del solaio del piano rialzato (*intervento leggero*)

Considerando la **combinazione di interventi** sull'involucro edilizio opaco consistenti in:

(I.C) B.2. Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di lana di roccia** fino al limite minimo di legge (0.30W/m²K);

Solaio su locali non riscaldati: isolamento del solaio del piano rialzato verso cantine con **pannelli EPS100** fino al limite minimo di legge (0.33 W/m²K);

o alternativamente:

(I.C) B.2. Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di sughero** fino al limite minimo di legge (0.30W/m²K);

Solaio su locali non riscaldati: isolamento del solaio del piano rialzato verso cantine con **pannelli EPS100** fino al limite minimo di legge (0.33 W/m²K)

Valutazione intervento: (I.C) B.2

Involucro opaco	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica <i>ex post</i> kWh/m ² anno
Copertura + Solaio rialzato	(I.C) B.2	Lana di roccia	-18,00	9'000	6/8	900	18,90	2/3	F 197,05
		Sughero	-18,00	15'500	8/9	1'550	32,50	3/4	

Per la definizione dello scenario composto (I.C.) B.2 si è valutato esclusivamente l'intervento di isolamento del solaio del piano rialzato verso locali non riscaldati con materiale di sintesi (EPS 100) per la necessità di contenere gli spessori connesso al basso valore dell'altezza utile del vano cantine.

Involucro: Cappotto esterno



Intervento singolo (I.S) B.3: isolamento della parete esterna (intervento medio)

Considerando il **singolo intervento** migliorativo sull'involucro edilizio opaco consistente in:

(I.S) B.3.1 Parete esterna: isolamento con cappotto in **pannelli EPS100** fino al limite minimo di legge ($0.34W/m^2K$);

o alternativamente:

Parete esterna: isolamento con cappotto in **pannelli sughero espanso** fino al limite minimo di legge ($0.34W/m^2K$);

o alternativamente, in presenza di particolari vincoli architettonici e/o ambientali:

(I.S) B.3.2 Parete esterna: isolamento con cappotto in **intonaco termoisolante sp. 4 cm.** senza raggiungere il limite minimo di legge ($0.34W/m^2K$);

Valutazione intervento: (I.S) B.3

Involucro opaco	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
Parete esterna	(I.S) B.3.1	EPS 100	-42,80	57'000	15/17	5'700	119,50	7/8	E 137.50
		Sughero	-42,80	85'000	23/25	8'500	178,20	10/11	
	(I.S) B.3.2	Termo-intonaco	-31,20	55'000	20/22	5.500	115,30	9/10	

Involucro: Infissi



Intervento Singolo (I.S) B.4: sostituzione degli infissi esistenti (intervento medio)

Considerando il **singolo intervento** migliorativo sull'involucro edilizio trasparente consistente in:

(I.S) B.4.1 **Infissi:** sostituzione degli infissi esistenti con infissi con **telaio legno** e vetri **bassoemissivi** con trasmittanza Ug limite di legge (1.70 W/m²K) e sostituzione dei cassonetti per avvolgibili con cassonetti termicamente isolati;

o alternativamente:

(I.S) B.4.2 **Infissi:** sostituzione degli infissi esistenti con infissi con **telaio in PVC** e vetri **bassoemissivi** con trasmittanza Ug limite di legge (1.70 W/m²K) e sostituzione dei cassonetti per avvolgibili con cassonetti termicamente isolati;;

Valutazione intervento: (I.S) B.4

Involucro trasparente	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
Sostituzione infissi	(I.S) B.4.1	Infissi in legno	-13,30	36'500	32/33	3'650	76.50	14/15	F 208.40
	(I.S) B.4.2	Infissi in PVC	-13,30	28'000	25/27	2'800	58,70	11/12	

Involucro: Riqualificazione integrale



Intervento Composto (I.C) B.5: riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente (*intervento medio*)

Considerando la **combinazione di interventi** sull'involucro edilizio opaco e trasparente consistenti:

(I.C) B.5.1 **Parete esterna:** isolamento con cappotto con **pannelli EPS100** fino al limite minimo di legge ($0.34\text{W/m}^2\text{K}$)
Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di lana di roccia** fino al limite minimo di legge ($0.30\text{W/m}^2\text{K}$);
Infissi: sostituzione degli infissi esistenti con infissi con **telaio in legno e vetri bassoemissivi** con trasmittanza U_g limite di legge ($1.70\text{ W/m}^2\text{K}$);
Pavimento su locali non riscaldati: isolamento del pavimento del piano rialzato verso locali non riscaldati con **pannelli EPS100** fino al limite minimo di legge ($0.33\text{ W/m}^2\text{K}$);

o alternativamente:

(I.C) B.5.2 **Parete esterna:** isolamento con cappotto con **pannelli sughero** fino al limite minimo di legge ($0.34\text{W/m}^2\text{K}$);
Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli in sughero** fino al limite minimo di legge ($0.30\text{W/m}^2\text{K}$);
Infissi: sostituzione degli infissi esistenti con **infissi con telaio in legno e vetri bassoemissivi** con trasmittanza U_g limite di legge ($1.70\text{ W/m}^2\text{K}$);
Pavimento su locali non riscaldati: isolamento del pavimento del piano rialzato verso locali non riscaldati con **pannelli EPS100** fino al limite minimo di legge ($0.33\text{ W/m}^2\text{K}$);

Valutazione intervento: (I.C) B.5

Involucro opaco	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica <i>ex post</i> kWh/m ² anno
Parete esterna + Copertura + solaio rialzato	(I.C) B.5.1	EPS 100	-65,80	102'500	18/20	10'250	214,90€	8/10	C 82.20
	(I.C) B.5.1	Sughero	-65,80	141'500	25/27	14'150	296,70€	14/15	

Lo scenario (I.C) B.5.1 è l'intervento di riqualificazione integrale degli elementi dell'involucro edilizio opachi e trasparenti assunto a riferimento per la valutazione degli scenari di intervento di riqualificazione energetica complessivi (sistema edificio-impianto) di cui alle schede 1-2-3.

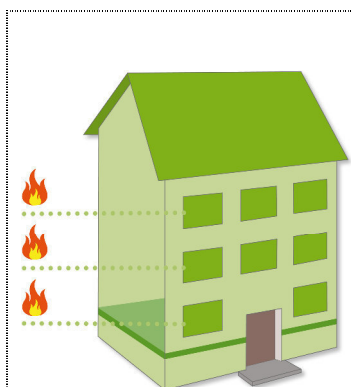
Scheda di valutazione - 1

Valutazione dello scenario di miglioramento con ottimizzazione degli impianti termici individuali.

Nella scheda n.1 vengono riportate le valutazioni degli interventi di miglioramento energetico che prevedono **l'ottimizzazione dell'impianto termico individuale** di ciascuna unità immobiliare mediante la sostituzione dell'attuale generatore di calore con una caldaia ad alta efficienza (caldaia a condensazione) che garantisce un maggior rendimento di produzione rispetto ai generatori termici tradizionali, l'installazione di valvole termostatiche su ogni corpo scaldante e l'installazione di un impianto per la ventilazione meccanica controllata in ciascuna unità immobiliare.

Gli scenari di miglioramento scelti assumono come condizione per la loro piena efficacia la **riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente secondo lo scenario (I.C) B.5.1.**

Descrizione intervento: (I.C) C.1



Intervento composto (I.C) C.1: ottimizzazione impianto termico individuale e riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente (*intervento pesante*)

Considerando la **combinazione di interventi** sull'impianto termico **(I.C) A.2.** e sull'involucro edilizio opaco e trasparente **(I.C) B.5.2** consistenti i:

(I.C) A.2 Ottimizzazione dell'impianto termico individuale

Impianto: sostituzione dell'attuale generatore di calore con una **caldaia a condensazione** con regolazione climatica;

Impianto: installazione di **valvole termostatiche** a bassa inerzia termica su ogni corpo scaldante;

(I.C) B.5.1 Riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente:

Parete esterna: isolamento con cappotto con **pannelli EPS100**

Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di lana di roccia**

Infissi: sostituzione degli infissi esistenti con infissi con **telaio in legno e vetri bassoemissivi**;

Pavimento su locali non riscaldati: isolamento del pavimento del piano rialzato verso locali non riscaldati con **pannelli EPS100**

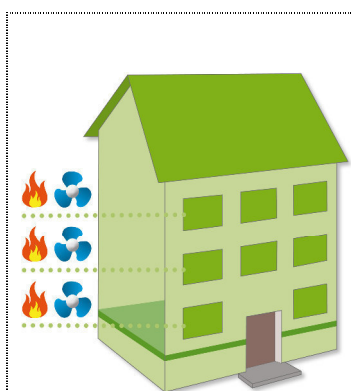
Valutazione sintetica dei benefici, dei costi e dei tempi di ritorno dell'investimento iniziale alla scala dell'edificio-tipo e del quartiere – intervento (I.C) C.1:

Sistema edificio/impianto	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
Ottimizzazione impianto + Riqualficazione involucro	(I.C) C.1 edificio-tipo	Caldaie condensazione + Valvole termostatiche	-71,00	128'500	20/22		270,00	10/11	C 68.20
Ottimizzazione impianto + Riqualficazione involucro	(I.C) C.1 quartiere (8 edifici)	Caldaie condensazione + Valvole termostatiche	-71,00	1'028'000	20/22	13'526	270,00	10/11	C 68.20

Come si può notare, l'indice di prestazione energetica medio (Eptot) degli alloggi componenti l'edificio-tipo raggiunto dallo scenario (I.C) C.1 risulta essere inferiore al valore limite di riferimento previsto dall'attuale normativa regionale per edifici di nuova costruzione con lo stesso Rapporto di Forma (pari a 70,34 kWh/m²anno).

Se allo scenario (I.C) C.1 (ottimizzazione dell'impianto meccanico individuale + riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente) si aggiunge l'installazione di un **impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore ad alta efficienza** per ciascuna unità immobiliare:

Descrizione intervento: (I.C) D.1



Intervento composto (I.C) D.1: ottimizzazione impianto termico individuale, riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente e installazione di ventilazione meccanica controllata (*intervento pesante*)

Considerando la **combinazione di interventi** sull'impianto termico e sull'involucro edilizio (I.C) C.1 e il **singolo intervento di installazione di ventilazione meccanica controllata** consistenti in:

- (I.C) C.1.** ottimizzazione dell'impianto termico individuale e riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente secondo lo scenario (I.C) C.1;
 ventilazione: installazione di impianto per la ventilazione meccanica controllata con recupero di calore ad alta efficienza.

Valutazione sintetica dei benefici, dei costi e dei tempi di ritorno dell'investimento iniziale alla scala dell'edificio-tipo e del quartiere – intervento (I.C) D.1:

Sistema edificio/impianto	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico	Investimento Totale	Pay-back (assoluto)	Costo Medio App.	Costo Medio mq	Pay-back (con 55%)	Classe energetica ex post
			%	€	anni	€	€	anni	kWh/m²anno
Ottimizzazione impianto + Riqualficazione involucro	(I.C) D.1 edificio-tipo	Caldaie condensazione + Valvole termostatiche + Ventilazione meccanica	-78,50	166'500	24/26	16'650	350,00	12/13	B 51.70
Ottimizzazione impianto + Riqualficazione involucro	(I.C) D.1 quartiere (8 edifici)	Caldaie condensazione + Valvole termostatiche + Ventilazione meccanica	-78,50	1'332'000	24/26	17'526	350,00	12/13	B 51.70

Negli scenari di miglioramento qui presentati non è stato valutato l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili per la produzione di energia termica in quanto la vigente normativa regionale ne introduce l'obbligatorietà solo in caso di nuova installazione o di ristrutturazione integrale degli impianti esistenti. Nel caso considerato, si ipotizza la semplice sostituzione dei generatori di calore individuali con caldaie a condensazione e regolazione climatica pertanto l'intervento non ricade nel campo di applicazione e valutazioni sintetiche di opportunità ne escludono la convenienza sia per motivi tecnici che economici.

Scheda di valutazione - 2

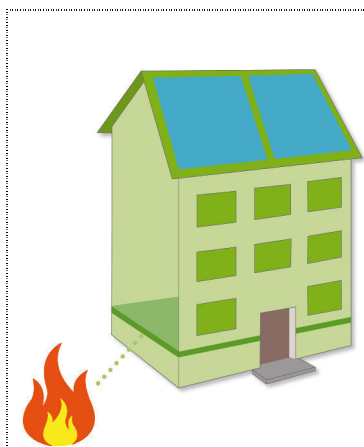
Valutazione dello scenario di miglioramento con sostituzione degli impianti termici individuali con un impianto centralizzato.

Nella scheda n.2 vengono riportate le valutazioni degli interventi di miglioramento energetico che prevedono opere impiantistiche che vanno a **mutare l'organizzazione gestionale del calore** nell'edificio-tipo (e quindi i rapporti tra i vari proprietari/inquilini delle singole unità immobiliari) **mediante l'eliminazione degli attuali generatori di calore presenti nei singoli appartamenti e l'installazione di un impianto centralizzato**, sia per il riscaldamento che per la produzione di acqua calda sanitaria, a servizio dell'intero edificio, all'interno di un locale caldaie da ricavare nel piano semi-interrato in posizione baricentrale. Tale soluzione è pienamente conforme con la normativa regionale vigente in materia che prevede l'obbligo della produzione centralizzata di energia termica per gli edifici di nuova costruzione che abbiano un numero di unità immobiliari superiori a quattro.

A partire da questi scenari è, inoltre, possibile considerare l'inserimento di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, che sono omogenei come tipo di gestione economica, all'impianto centralizzato di produzione di calore.

Lo scenario di miglioramento scelto assume come condizione per la sua piena efficacia la **riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente secondo lo scenario (I.C) B.5.1**. Di seguito si riporta lo scenario di miglioramento scelto **(I.C) E.1**.

Descrizione intervento: (I.C) E.1



Intervento composto (I.C) E.1: sostituzione dell'impianto termico individuale con un impianto centralizzato con generatore a pompa di calore, riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente e installazione di fonti energetiche rinnovabili per la produzione integrativa di energia. (intervento pesante)

L'intervento (I.C) E.1 prevede:

- **la sostituzione dei generatori di calore individuali con un impianto centralizzato con generatore a pompa di calore aria/acqua alimentata a energia elettrica;**
- **la sostituzione dei corpi scaldanti esistenti con pannelli radianti a**

	<p>soffitto;</p> <ul style="list-style-type: none"> - installazione di pannelli solari termici per la produzione integrativa di acqua calda sanitaria; - installazione pannelli fotovoltaici per la produzione integrativa di energia elettrica; <p>(I.C) B.5.1 Riquilificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente:</p> <p>Parete esterna: isolamento con cappotto con pannelli EPS100;</p> <p>Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con pannelli di lana di roccia;</p> <p>Infissi: sostituzione degli infissi esistenti con infissi con telaio in legno e vetri bassoemissivi;</p> <p>Pavimento su locali non riscaldati: isolamento del pavimento del piano rialzato verso locali non riscaldati con pannelli EPS100;</p>
--	--

In questo scenario è prevista l'installazione, per ciascun edificio-tipo, di un **impianto fotovoltaico** e di un **impianto solare termico** per coprire i fabbisogni elettrici dalla pompa di calore e i fabbisogni termici per la produzione di acqua calda sanitaria.

Il contributo dei pannelli fotovoltaici (24,32 m², installati in copertura) compensa i consumi elettrici per circa 3.404 kWh_e, **pari al 69%** del consumo di energia primaria per riscaldamento, mentre il valore di energia termica da produzione solare per acqua calda sanitaria (10,18 m², installati in copertura) Q_{W,solare} è pari a 5.300 kWh che soddisfa una copertura percentuale da fonte rinnovabile pari al **51,6 %**.

Valutazione sintetica dei benefici, dei costi e dei tempi di ritorno dell'investimento iniziale alla scala dell'edificio-tipo e del quartiere – intervento (I.C) E.1:

Sistema edificio/impianto	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
Impianto centralizzato + Riquilificazione involucro	(I.C) E.1 edificio-tipo	Pompa di calore aria/acqua Pannelli fotovoltaici Pannelli solari	-86,10	248'500	34/35	24'850	521	20	A 33.61
Impianto centralizzato + Riquilificazione involucro	(I.C) E.1 quartiere (8 edifici)	Pompa di calore aria/acqua Pannelli fotovoltaici Pannelli solari	-86,10	1'988'000	34/35	26'158	521	20	A 33.61

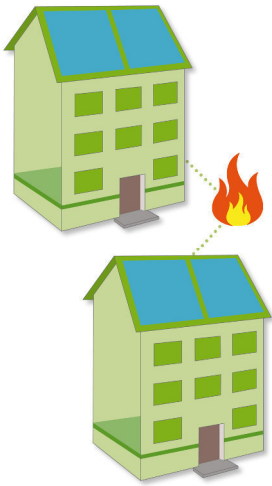
Scheda di valutazione - 3

Valutazione dello scenario di miglioramento con sostituzione degli impianti termici individuali con una centrale termica di quartiere (teleriscaldamento)

Nella scheda n.3 vengono riportate le valutazioni degli interventi di miglioramento energetico che prevedono opere impiantistiche che vanno a **mutare l'organizzazione gestionale del calore non solo dell'edificio-tipo, ma dell'intero quartiere mediante l'eliminazione degli attuali generatori di calore presente nei singoli appartamenti e l'installazione di una centrale termica esterna che realizza un piccolo impianto di teleriscaldamento**, sia per la climatizzazione invernale che per la produzione di acqua calda sanitaria.

La struttura dell'impianto di teleriscaldamento è composta da una centrale tecnologica posta all'interno dell'area pertinenziale del quartiere in cui è collocata **n.1 caldaia alimentate a biomasse solide (cippato di legno) di potenza pari a 150 kW termici**. Il calore prodotto dalla centrale è trasportato lungo la rete di tubazioni pre-isolate mediante la circolazione di acqua calda. La cessione del calore avviene attraverso uno scambiatore, sostitutivo del tradizionale generatore, e collocato all'interno dell'utenza connessa. L'energia termica assorbita dallo scambiatore è utilizzata per il riscaldamento e/o la produzione di acqua calda sanitaria mediante bollitore centralizzato per edificio al quale sono collegati i collettori solari posti sulla copertura. A supporto del generatore a biomassa è previsto un generatore a gas metano a condensazione per coprire le punte di fabbisogno, la produzione estiva di acqua calda sanitaria e come riserva in caso di guasto o mancato funzionamento della centrale a biomasse. Lo scenario di miglioramento scelto assume come condizione per la sua piena efficacia la **riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente** secondo lo scenario **(I.C) B.5.1**. Di seguito si riporta lo scenario di miglioramento scelto **(I.C) F.1**. Infine, è opportuno fare una sintetica considerazione in merito alla **cogenerazione** che, pur essendo spesso associata a interventi di questa tipologia, non viene qui presa in esame in quanto, nel contesto nel quale operiamo, non trova le condizioni favorevoli per una sua efficace applicazione. Infatti la tipologia di utilizzatori che meglio si adatta a un impianto di cogenerazione è rappresentato da grosse utenze sia elettriche che termiche (per autoconsumo le prime e per complemento le seconde), con buona costanza di assorbimento durante tutto l'arco dell'anno. A questo identikit risponde tipicamente una piscina comunale o quartieri di dimensione molto più ampia che assicurino una fascia di consumi che minimizza la variabilità delle utenze singole.

Descrizione intervento: (I.C) F.1



Intervento composto (I.C) F.1: sostituzione dell'impianto termico individuale con un impianto di teleriscaldamento di quartiere con generatori alimentati a biomasse, riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente e installazione di fonti energetiche rinnovabili per la produzione integrativa di energia termica. *(intervento pesante)*

L'intervento (I.C) F.1 prevede:

- la sostituzione dei generatori di calore individuali con una centrale termica di quartiere con generatore alimentato a biomasse di potenza pari a 150 kW termici;
- realizzazione della rete di teleriscaldamento;
- realizzazione di una sottostazione per teleriscaldamento (per ciascun edificio)
- installazione di pannelli solari termici per la produzione integrativa di acqua calda sanitaria;
- il mantenimento dei corpi scaldanti esistenti;

(I.C) B.5.1 Riqualificazione energetica integrale dell'involucro edilizio opaco e trasparente:

Parete esterna: isolamento con cappotto con **pannelli EPS100**;

Copertura: isolamento del sottotetto non abitabile con **pannelli di lana di roccia**;

Infissi: sostituzione degli infissi esistenti con infissi con **telaio in legno e vetri bassoemissivi**;

Pavimento su locali non riscaldati: isolamento del pavimento del piano rialzato verso locali non riscaldati con **pannelli EPS100**;

Per la produzione di acqua calda sanitaria è stato considerato un impianto solare termico, a servizio di ogni edificio, con pannelli solari termici a circolazione forzata, con uno spazio utile in copertura pari a circa 10,18 m² per consentire una **copertura maggiore del 50%** sul fabbisogno di energia per acqua calda sanitaria. Il valore di energia termica da produzione solare per acqua calda sanitaria $Q_{W,solare}$ sarà pari a 5.300 kWh che soddisferà una copertura percentuale da fonte rinnovabile pari al 51,6 %

Valutazione sintetica dei benefici, dei costi e dei tempi di ritorno dell'investimento iniziale alla scala dell'edificio-tipo e del quartiere – (I.C) F.1:

Sistema edificio/impianto	Scenario	Materiale/ tecnologia	Risparmio energetico %	Investimento Totale €	Pay-back (assoluto) anni	Costo Medio App. €	Costo Medio mq €	Pay-back (con 55%) anni	Classe energetica ex post kWh/m ² anno
Teliscalda mento di quartiere + Riqualificazio ne e involucro	(I.C) F.1 edificio- tipo	Centrale termica a biomasse + Pannelli solari	-83,8	172'500	26/28	17'250	362	12/13	A 39,00
Teliscalda mento di quartiere + Riqualificazio ne e involucro	(I.C) F.1 quartiere (8 edifici)	Centrale termica a biomasse + Pannelli solari	-83,8	1'380'000	26/28	18'171	362	12/13	A 39,00

Scheda di valutazione - 4

Riepilogo degli scenari di miglioramento a scala di quartiere e principali indicatori ambientali

Infine, si riporta un quadro di sintesi degli scenari di miglioramento valutati che descrive i principali effetti ambientali attesi dall'attuazione degli interventi in termini di CO₂ non emessa e la valutazione ex post dei principali indicatori di consumo.

	Scenario	Beneficio %	Risparmio* totale €/anno	CO ₂ <i>ex ante</i> kg	Alberi <i>ex ante</i> n°	CO ₂ <i>ex post</i> kg	Alberi <i>ex post</i> n°	Gas Metano <i>ex ante</i> Nmc	Gas Metano <i>ex post</i> Nmc
Ottimizzazione impianto individuale + Riqualificazione involucro	(I.C) C.1 quartiere (8 edifici)	-71,00	-48'160	224'000	11'200	69'960	3'468	84'008	23'800
Ottimizzazione impianto individuale + Riqualificazione involucro	(I.C) D.1. quartiere (8 edifici)	-78,50	-52'800			48'160	2'408		18'048
Impianto centralizzato edificio + Riqualificazione involucro	(I.C) E.1 quartiere (8 edifici)	-86,10	-55'920			5'748	288		ND
Teleriscaldamento di quartiere + Riqualificazione involucro	(I.C) F.1 quartiere (8 edifici)	-83,8	-50'000			1'596	80		ND

(*) A fronte di una spesa energetica complessiva ex ante di circa 67.000 €

Capitolo 5

Scenari di miglioramento urbano

Introduzione

Il progetto di miglioramento energetico è stato redatto in corrispondenza con la definizione del nuovo strumento urbanistico e riguarda principalmente argomentazioni urbanistiche ed edilizie.

Si rileva però che gli strumenti di contabilità energetica e di monitoraggio che sono stati predisposti hanno un respiro e uno scopo molto più vasto e riguardano anche gli altri settori responsabili di consumi ed emissioni clima-alteranti.

Per il momento si è ritenuto opportuno proporre un cosiddetto “burden sharing” (ordinariamente tradotto con la “suddivisione del fardello”) a livello faentino che sia una ripartizione paritaria degli obiettivi percentuali a tutti i settori (edilizia, industria, commercio, ecc.). In tale ottica è stato sviluppato il lavoro di seguito illustrato, assumendo cioè che il settore edilizio debba raggiungere gli obiettivi senza avvalersi di compensazioni di altri settori dell’economia energetica faentina.

Il primo passo per la progettazione è stato quello di definire lo “scenario tendenziale” (BAU) senza misure aggiuntive a quelle già previste attualmente per legge e i piani in vigore (Business As Usual scenario – BAUs).

Il secondo passo è stato quello di delineare un nuovo scenario (WM) valutando gli effetti di possibili azioni (misure e progetti) definite a livello comunale per verificare se fossero presumibilmente sufficienti al raggiungimento dell’obiettivo di riduzione assunto a riferimento (*With Measures scenario - WMs*).

Siccome, svolgendo il lavoro, è emerso che non sarebbero state presumibilmente sufficienti le misure dello scenario WM, si è costruito un terzo scenario (WM-Plus), ovvero un panorama di azioni ampliato che consentisse il raggiungimento degli obiettivi al 2020 (*With Measures scenario Plus – WMs - Plus*).

Nei capitoli che seguono sono descritte sia le azioni sia le previsioni sugli effetti delle stesse sui consumi energetici del comparto edilizio nei tre scenari succitati: BAU, WM, WM – Plus.

Per quanto attiene lo scenario di “piano” si sono dovute fare assunzioni circa i risultati che tali azioni determineranno in ambito edilizio. Il modello di variazione ricavato dalla presente fase dello studio potrà essere modificato ed implementato al fine di verificare le assunzioni adottate, verificare l’efficacia delle azioni proposte ed eventualmente implementare nuove azioni.

L’obiettivo principale di questo studio, se da un lato è quello di delineare una strategia per ridurre, sul medio e lungo periodo, il carico energetico degli insediamenti esistenti promuovendo un processo diffusivo di riqualificazione energetica del parco edilizio esistente e standard di qualità per gli interventi di nuova costruzione, dall’altro vuole sottolineare la necessità di superare le fasi caratterizzate da azioni sporadiche e disomogenee per passare a una migliore programmazione anche infrasettoriale.

Capitolo 5.1

Definizione e valutazione dello Scenario Base

Nel presente capitolo sono stati analizzati i seguenti aspetti tematici:

- Definizione dello scenario tendenziale dei consumi energetici
- Valutazione dello scenario tendenziale dei consumi energetici (*Business as Usual Scenario – BAUs*)

L’inventario dei consumi e delle emissioni, presentato al Capitolo 4.1, ha consentito di ottenere una fotografia dettagliata dello stato emissivo “reale” del patrimonio edilizio faentino nell’anno di riferimento prescelto, il 2010. Determinati i consumi di energia e le emissioni ad esso conseguenti, viene di seguito valutata l’efficacia di alcune misure, normative o di *governance*, in rapporto agli obiettivi assunti dall’Italia in sede europea al 2020 e, per il Comune di Faenza, in sede di pianificazione strutturale.

Considerando che, allo stato attuale, l’obiettivo assunto è il cosiddetto pacchetto 20-20-20, lo scopo di questa parte dello studio è quello di proiettare il consumo energetico attuale degli edifici di Faenza, riferiti all’anno 2010, nell’orizzonte temporale preso a riferimento, al 2020 e al 2024, senza azioni correttive aggiuntive a quelle già attualmente in vigore.

5.1.1 Definizione dello scenario tendenziale dei consumi energetici

Scopo di questa parte dello studio è quello di definire lo **scenario tendenziale dei consumi energetici** del Comune di Faenza al fine di stimare i **consumi energetici addizionali** che insisteranno sul territorio al 2020 e al 2024 connessi all'andamento demografico della popolazione e all'edificazione aggiuntiva prevista dallo strumento urbanistico vigente (PSC 2010).

Lo scenario futuro considerato in questo contesto è quello secondo cui il trend prosegue senza azioni di cambiamento (*Business As Usual*). Successivamente saranno considerati gli scenari caratterizzati da interventi in ambito energetico sia in fase di attuazione sia proposti nel contesto del presente studio.

Lo scenario BaUs dei consumi energetici è stato elaborato partendo da alcuni documenti settoriali messi a disposizione dal Settore Territorio del Comune di Faenza, quali:

- il Piano Strutturale Comunale dell'Ambito faentino (PSC 2010), approvato il 21 gennaio 2010 con atto C.C. 5761/17;
- il Report annuale sulla statistica dell'attività edilizia del Comune di Faenza (anni 2000-2011), che raccoglie informazioni particolareggiate sugli interventi e sulle pratiche rilasciate dagli uffici del Servizio Edilizia Privata in termini di nuovi fabbricati, residenziali e non residenziali, ampliamenti di fabbricati preesistenti, recupero di fabbricati esistenti, interventi di manutenzione straordinaria, interventi di sostituzione degli impianti tecnologici (ecc.).

5.1.2 Analisi demografica ed urbanistica

> Analisi demografica

Il numero di abitanti del Comune Faenza al 2020 e al 2024 è stato determinato in base a quanto riportato nel Piano Strutturale Comunale Associato (Cap. 2.5 Nuovi scenari abitativi). Nella Relazione Illustrativa del PSC è infatti riportata la proiezione, assunta a riferimento nel dimensionamento del Piano, del numero di abitanti e del numero di famiglie per i Comuni dell'Ambito faentino. In *figura 1* viene riportata la tabella riepilogativa.

La proiezione demografica del PSC prefigura al 2024, per il Comune di Faenza, un **andamento demografico crescente** con 6.689 abitanti aggiuntivi e 4.009 nuove famiglie rispetto ai valori registrati nel 2006, anno di redazione del Documento Preliminare del PSC.

Secondo tale previsione, nel 2020 Faenza avrà una popolazione di 60.920 abitanti, mentre al 2024 avrà una popolazione di 62.193 abitanti con un incremento percentuale rispetto al 2006 del 10,8 % circa. Il tasso annuo medio di crescita è dello 0,5% circa. Nel grafico di *figura 2* è riportata la proiezione demografica attesa al 2020 e al 2024.

Rispetto al 2011, l'incremento **sarà di circa 2.770 abitanti al 2020 e 3.800 abitanti al 2024**, pari a circa il 6,1%.

PSC 2010	Situazione Attuale (2006)			Proiezione al 2024			Variazione 2006/2024	
	Popolazione	Famiglie	Numero Componenti	Popolazione	Famiglie	Numero Componenti*	+/- N Popolazione	+/- N Famiglie
Brisighella	7.682	3.337	2,30	8.301	3.689	2,25	+619	+352
Casola Valsenio	2.791	1.183	2,36	2.800	1.244	2,25	+9	+61
Castel Bolognese	9.025	3.745	2,41	11.876	5.278	2,25	+2.851	+1.533
Faenza	55.504	23.632	2,35	62.193	27.641	2,25	+6.689	+4.009
Riolo Terme	5.556	2.270	2,45	6.366	2.829	2,25	+810	+559
Solarolo	4.311	1.735	2,48	4.685	2.082	2,25	+374	+347
Ambito Faentino	84.869	35.902	2,36	96.040	42.684	2,25	+11.171	+6.782

Figura 1: Proiezione in ambito faentino della popolazione, numero famiglie e componenti per famiglia al 2024, ipotizzando costante l'andamento del quinquennio 2001-2006. (fonte: Servizio Statistico Provinciale)

(*) la proiezione del numero dei componenti per famiglia è stata effettuata analizzando congiuntamente il saldo naturale e il saldo migratorio.

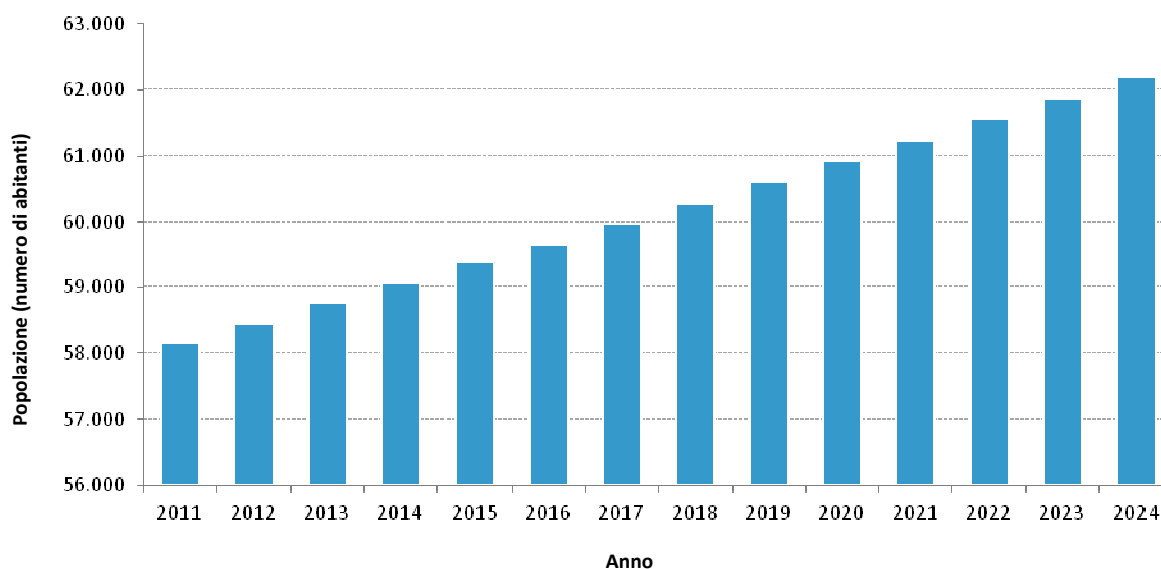


Figura 2: Trend della popolazione di Faenza dal 2011 al 2024. Popolazione registrata anno 2011 58.618 ab., popolazione registrata anno 2012 58.885 ab.

> Analisi urbanistica

Al fine di valutare il trend di evoluzione, in termini di nuove costruzioni e rinnovamenti, del patrimonio edilizio di Faenza sono state analizzate le rilevazioni statistiche messe a disposizione dal Settore Territorio del Comune e raccolte in un *Report annuale sulla statistica dell'attività edilizia del Comune di Faenza*. In particolare, si è considerato che il trend di nuove costruzioni e di rinnovamenti, in termini di nuova superficie residenziale (m²), rilevato per il 2011, possa essere presumibilmente attribuito anche agli anni

successivi, sino al 2024, ma rimodulato al suo interno in favore delle nuove superfici residenziali ottenute per recupero e ristrutturazione di fabbricati esistenti a scapito delle nuove urbanizzazioni.

Nuove superfici residenziali e non residenziali

L'analisi statistica ha permesso di rilevare che nel 2011 sono stati edificati circa 8.500 m² di nuova superficie residenziale. Il 50% circa da nuove costruzioni e il 50% circa dal recupero o ristrutturazione di fabbricati esistenti. Nel grafico di *figura 3* è riportata la superficie di nuove costruzioni residenziali per tipologia di intervento.

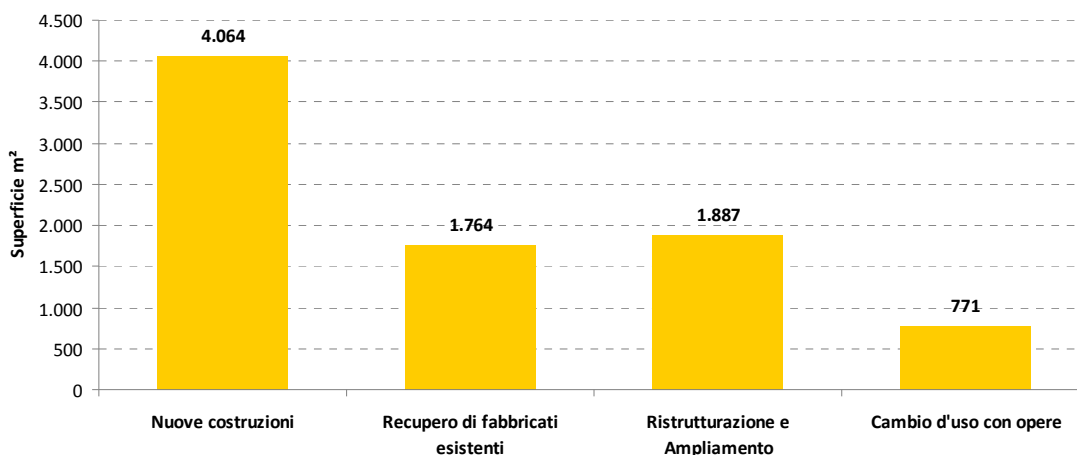


Figura 3: Nuovi appartamenti per tipologia di intervento, incremento annuo di superficie (anno 2011)

Al fine di valutare lo scenario futuro sono state fatte le seguenti considerazioni ed assunzioni:

- La recessione economica in atto ha profondamente modificato il settore delle costruzioni. Esso non ha subito soltanto una contrazione già rilevabile dalla statistica dell'attività edilizia faentina rispetto al 2007, ma anche una vera e propria riconfigurazione, un cambiamento di struttura degli interventi edilizi a favore del recupero degli edifici esistenti.
- Le abitazioni (u.i. residenziali) non occupate nel centro urbano di Faenza ammontano a circa il 15,0% del totale, pari a circa 3.500 u.i.;
- Per il periodo 2010-2015 non sono previsti nuovi Piani Operativi Comunali (POC) per l'attuazione di "Ambiti per nuovi insediamenti residenziali" previsti dal PSC 2010 o parti di essi.
- Il RUE individua strategie urbanistiche volte a favorire la "densificazione" del tessuto edilizio costruito e alla limitazione del consumo di suolo agricolo per nuove urbanizzazioni.

Alla luce di tali considerazioni si è ritenuto opportuno considerare un **trend negativo di nuove costruzioni** ma allo stesso tempo un **incremento di nuovi appartamenti da recupero di fabbricati esistenti, ristrutturazione, ampliamento e cambio d'uso con opere**. Come si evince dal grafico di *figura 4*, nel 2020, rispetto al 2011, ci sarà una riduzione del 25% di nuove costruzioni (al 2020 saranno 3.000 m², pari a circa 30 appartamenti/anno) a favore degli interventi di recupero e ristrutturazione degli edifici esistenti, mentre la superficie destinata a nuovi appartamenti sarà complessivamente **costante e pari a circa 8.500 m²**.

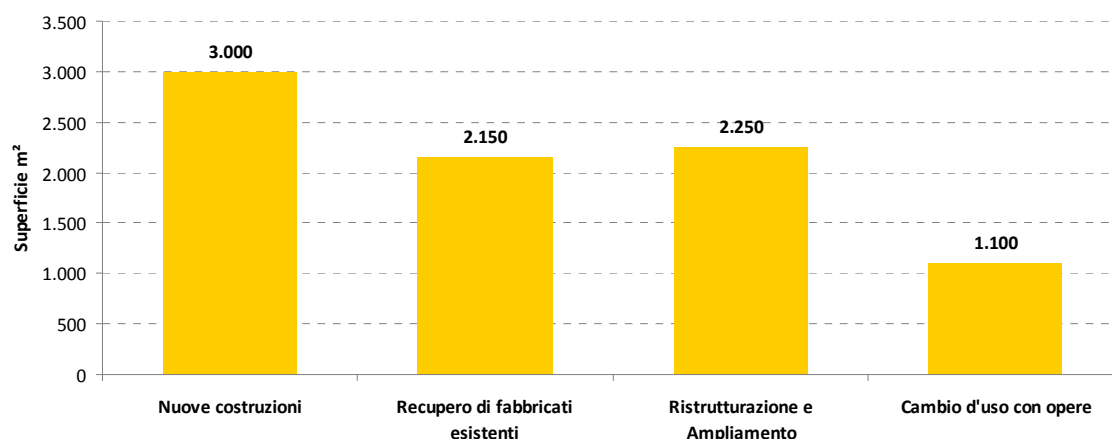


Figura 4: Nuovi appartamenti per tipologia di interventi nel 2020

Al fine di valutare la superficie edificata rispetto alla situazione attuale si sono considerati i risultati del censimento ISTAT 2011 da cui è emerso che nel territorio urbano di Faenza sono presenti circa 28.900 abitazioni con una superficie utile media di 101 m². La superficie complessiva in ambito residenziale, data dal prodotto del numero delle abitazioni per la superficie media, è stata quindi stimata essere di 2.919.000 m².

La proiezione al 2024 consente di considerare un incremento di superficie di circa 110.000 m² pari al 3,8 % della superficie totale residenziale. Il tasso annuo di crescita medio costante del patrimonio edilizio residenziale, ottenuto per nuova costruzione di edifici o recupero/ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente, risulta essere dello 0,3 % pari a circa 8.500 m² all'anno (*Figura 5-6*).

Superficie residenziale (m ²)		
2011	2024	Incremento (%)
2.919.000	3.029.400	3,8%
	Tasso annuo (%)	0,32%

Figura 5: Incremento del patrimonio edilizio residenziale

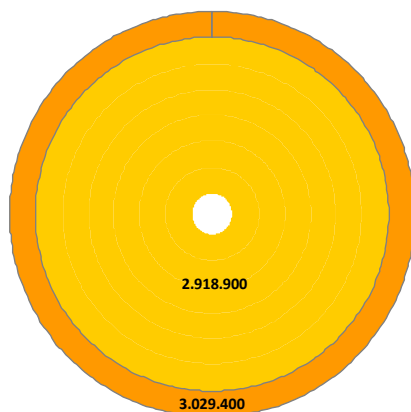


Figura 6: Superficie residenziale edificata, espansione dal 2011 al 2024 (m²)

Per quanto riguarda gli edifici **non residenziali**, si è ipotizzato un incremento annuo di nuove superfici pari a **7.000 m²** che conferma il trend di crescita rilevato al 2011. Complessivamente la superficie utile costruita al 2011 (residenziale e non residenziale) è di circa 7.146.000 m². Poiché l’incremento di superficie totale (residenziale e non residenziale) annuo è di circa 15.500 m², la superficie utile costruita nel 2024 sarà di 7.348.000 m², con un tasso annuo di crescita del patrimonio edilizio complessivo (residenziale e non residenziale) pari allo 0,23 % (Figura 7-8).

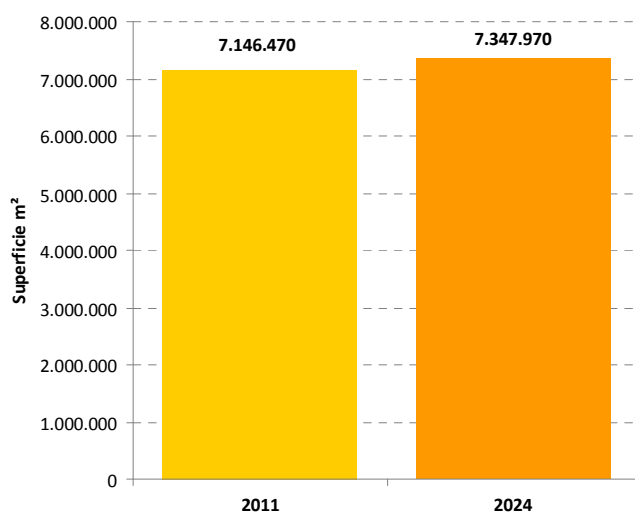


Figura 7: Superficie edificata complessiva (residenziale e non residenziale) nel 2011 e nel 2024

Superficie complessiva totale (m ²)		
2011	2024	Incremento (%)
7.146.470	7.347.970	2,8%
	Tasso annuo (%)	0,23%

Figura 8: Incremento del patrimonio edilizio complessivo (residenziale e non residenziale)

Tasso di rinnovamento del patrimonio edilizio esistente

Dall'analisi dei dati statistici comunali è stato inoltre possibile valutare il tasso di rinnovo del patrimonio edilizio esistente in ambito residenziale e non residenziale. A tal fine, dal "Report annuale sulla statistica dell'attività edilizia" si è considerato solo il numero degli interventi di:

- Recupero di fabbricati esistenti,
- Ristrutturazione e ampliamento,
- Cambio d'uso con opere.

che hanno comportato la realizzazione di nuovi appartamenti. In ambito residenziale si è ritenuto opportuno considerare che ogni intervento abbia comportato il rinnovamento della superficie utile media delle abitazioni faentine, cioè 101 m² per abitazione.

Moltiplicando il numero degli interventi per la superficie interessata dall'intervento (superficie media delle abitazioni) è stato possibile stabilire la superficie che nel 2011 è stata soggetta ad interventi.

Nella tabella di *figura 9* è riportata, per ogni tipologia di intervento in ambito residenziale, il numero di interventi e la superficie utile rinnovata nel 2011.

Rinnovamenti RESIDENZIALE - Anno 2011		
Tipo di intervento	Numero interventi	Superficie [m ²]
Recupero di fabbricati esistenti	189	19.089
Ristrutturazione e Ampliamento	44	4.444
Cambio d'uso con opere	26	2.626
TOTALE		26.159
Tasso di rinnovo	+ 0,90%	

Figura 9: Rinnovamento del patrimonio edilizio residenziale per tipologia d'intervento nel 2011

Il tasso di rinnovo annuo attuale è dello 0,90 % con circa 26.000 m² di superficie rinnovata.

Al fine di valutare i rinnovamenti che saranno realizzati nel 2020 e 2024 si sono fatte le seguenti considerazioni e assunzioni:

- Nel settore delle costruzioni si registra uno spostamento delle risorse economiche dal nuovo al recupero dell'esistente¹ a conseguenza di un processo improrogabile di razionalizzazione dei consumi energetici e di adeguamento sismico che coinvolge l'edilizia;
- da una recente ricerca di *Federcostruzioni* risulta, a livello nazionale, che il recupero e la riqualificazione residenziale privata ha registrato un andamento decisamente anticiclico con un trend positivo già a partire dal 2010 (+3%) proseguito nel 2011 (+1,2%); la previsione dell'Associazione in merito agli

¹ Centro Ricerche CRESME – Le Costruzioni al 2010, a cura di Lorenzo Bellicini

interventi di riqualificazione in chiave energetica ma anche antisismica è un trend in continua crescita di circa l'1,3 % all'anno;

- Le abitazioni (u.i residenziali) non occupate nel centro urbano di Faenza ammontano a circa il 15,0% del totale, la maggior parte delle quali in Centro Storico ove si trova il patrimonio edilizio più obsoleto;

Alla luce di tali considerazioni si è ritenuto opportuno considerare un **trend di crescita con un tasso di rinnovamento pari al +1,5 % circa. La superficie di rinnovamento annua nel 2020 sarà di circa 45.000 m²**, mentre nel 2024 di circa 53.000 m² (Figura 10). Nel periodo dal 2011 al 2024 si prevede che saranno rinnovati circa 550.000 m² di superficie con una media di 40.000 m² all'anno.

Rinnovamenti RESIDENZIALE – Anno 2020		
Tipo di intervento	Numero interventi	Superficie [m ²]
Recupero di fabbricati esistenti	325	32.838
Ristrutturazione e Ampliamento	76	7.645
Cambio d'uso con opere	45	4.517
TOTALE		45.000
Tasso di rinnovo	+ 1,54%	

Figura 10: Rinnovamento del patrimonio edilizio residenziale per tipologia d'intervento nel 2020

In figura 11 è riportato un diagramma con la superficie ogni anno rinnovata per tipologia di intervento.

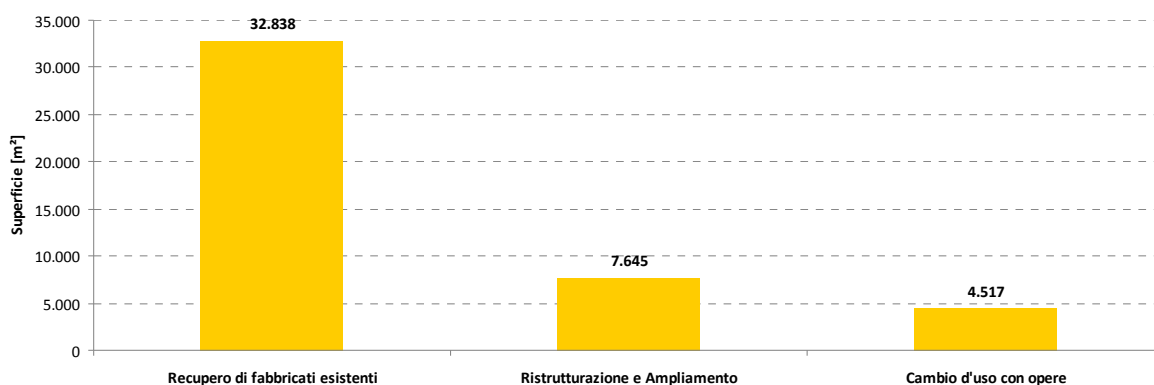


Figura 11: Superficie residenziale interessata da rinnovamenti per tipologia di intervento, anno 2020

In ambito **non residenziale** si è invece ritenuto opportuno considerare il **tasso di rinnovamento annuo pari a quello del 2011**. La superficie media di ogni unità non residenziale soggetta ad intervento è stata assunta pari a 200 m². Considerando il numero di interventi in ambito non residenziale realizzati nel 2011 risulta che la superficie rinnovata è di circa 8.900 m², mentre la proiezione al 2020 porta ad una superficie complessivamente rinnovata, rispetto al 2011, di 80.000 m² e nel 2024 di circa 115.000 m². Nella tabella di

figura 12 è riportata, per ogni tipologia di intervento in ambito non residenziale, il numero di interventi, la superficie utile rinnovata nel 2011 (incremento annuo ritenuto costante) e complessivamente sino al 2024.

Rinnovamenti NON RESIDENZIALE			
Tipo di intervento	Numero di interventi	Superficie [m ²] 2011	Superficie [m ²] 2024
Recupero di fabbricati esistenti	33	6.690	86.965
Ristrutturazione e Ampliamento	7	1.440	18.720
Cambio d'uso con opere	4	756	9.829
TOTALE		8.886	115.514
Tasso di rinnovo		+ 0,21%	

Figura 12: Rinnovo del patrimonio edilizio non residenziale per tipologia d'intervento

Il tasso di rinnovo annuo è dello 0,21 % con circa 9.000 m² di interventi. Al 2024 saranno stati rinnovati circa 115.000 m² di patrimonio edilizio non residenziale esistente.

Nella figura seguente (Figura 13) è mostrato un diagramma con la superficie ogni anno rinnovata per tipologia di intervento.

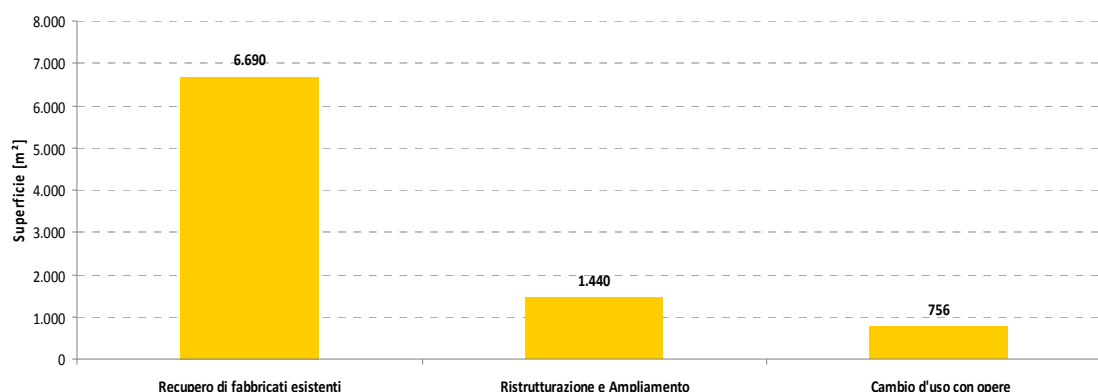


Figura 13: Superficie interessata dai rinnovamenti per tipologia di intervento, incremento annuo

Manutenzioni straordinarie sull'involucro edilizio e interventi sugli impianti tecnologici

Un'altra tipologia di interventi che possono essere interessanti ai fini delle valutazioni in ambito energetico sono le manutenzioni straordinarie e gli interventi sugli impianti tecnologici. Nel 2011 ci sono stati 462 interventi in manutenzione ordinaria e straordinaria e 162 interventi su impianti tecnologici. Tra questi, è possibile monitorare gli interventi che riducono il fabbisogno energetico degli edifici utilizzando i dati statistici relativi al meccanismo incentivante del 55%.

Per tali dati è disponibile il rapporto statistico **ENEA 2010** in cui si trovano aggregati su base regionale ma che possono essere scalati alla realtà faentina utilizzando i dati connessi al numero di abitazioni (1,23% del parco alloggi/abitazioni regionale). Tali dati sono stati incrociati con il database caldaie UCIT e con i dati

degli interventi registrati presso gli uffici comunali, risultando coerenti. I dati ricavati per la realtà faentina sono riportati nella tabella di *figura 14*.

Interventi di miglioramento energetico degli edifici con richiesta di accesso al meccanismo incentivante del 55% (anno 2010)	
Tipologia di intervento	Nr. interventi
Strutture opache verticali (es. cappotto coibentante)	6
Solare termico	64
Impianti geotermici	3
Strutture opache orizzontali (es. isolamento solai)	12
Caldaie a condensazione	175
Caldaie a biomassa	3
Infissi	309
Pompe di calore	12

Figura 14: Interventi di miglioramento energetico degli edifici - richieste di accesso al meccanismo incentivante del 55%, dati ricavati da dato aggregato regionale (fonte ENEA) e scalato sulla base degli alloggi/abitazioni presenti a Faenza (anno 2010)

Ogni anno nel centro urbano di Faenza sono realizzati circa **584 interventi** su impianti tecnologici, strutture edilizie ed infissi. Considerando un **tasso costante** di interventi di miglioramento energetico con richiesta di accesso al meccanismo incentivante del 55%, si prevede che nel periodo 2011-2020 saranno realizzati circa **5.800 interventi di miglioramento energetico** e circa 8.200 al 2024.

> **Definizione dello scenario BAUs dei consumi energetici del settore edifici al 2020.**

Per riassumere quanto riportato in precedenza in ambito residenziale risulta utile il grafico di *Figura 15* in cui sono riportate le proiezioni future sia della popolazione che della realizzazione di nuovi edifici in termini di superficie utile. E' inoltre possibile osservare il trend di rinnovamento del patrimonio edilizio residenziale esistente.

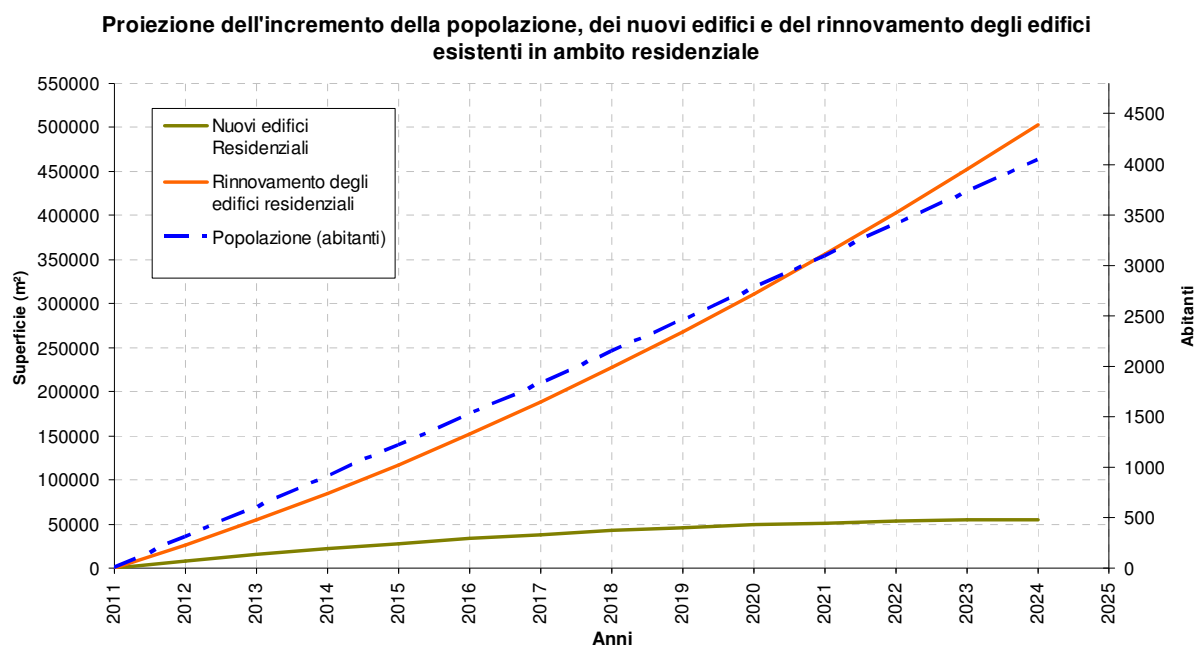


Figura 15: Proiezione futura al 2024 della popolazione, dei nuovi edifici e del rinnovamento degli edifici esistenti in ambito residenziale

Lo scenario *Business as Usual* dei consumi energetici (BAUs) del settore edifici al 2020 e al 2024 è stato ottenuto sommando ai consumi inventariati per il comparto edifici per l'anno 2010, presentati al capitolo 4.1, quelli addizionali connessi all'andamento dell'attività edilizia e all'andamento demografico crescente assunti a riferimento.

Inoltre è stata considerata l'influenza della vigente legislazione regionale in ambito energetico, in particolare l'applicazione negli interventi edilizi dei Requisiti Cogenti di cui alla DGR 268/2000, disciplinati dalla Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna (**DAL** n. 156/2008 e s.m.e.i.

5.1.3 Valutazione dei consumi energetici previsti nell'ambito dello scenario tendenziale (*Business as Usual Scenario – BaUs*)

Lo scenario **BaUs** prevede che il trend di consumo prosegua senza azioni di cambiamento ovvero che la tendenza di variazione generale sia quella del 2010 e che gli elementi normativi che intervengono a modificare lo stato siano quelli già previsti allo stato attuale. In particolare si sono considerati i trend di variazione demografica ed urbanistica (si veda a tale scopo l'*Analisi demografica e urbanistica*) e le variazioni dovute agli interventi normativi vigenti.

Il principale elemento che interviene nella determinazione dello scenario BAUs è dato dall'applicazione negli interventi edilizi dei Requisiti Cogenti di cui alla DGR 268/2000, con riferimento **alla famiglia 6** "Risparmio energetico", disciplinati dalla Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna **(DAL) n. 156/2008** "Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici", così come recentemente modificata a seguito della Deliberazione della Giunta Regionale **(DGR) n. 1366/2011** "Modifica della Parte seconda - Allegati - della Delibera dell'Assemblea legislativa n. 156/2008", di recepimento normativo del D.Lgs n.28/2011², rubricato "Decreto rinnovabili", che riporta specifiche disposizioni in materia di integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici.

> Scenario BAUs: consumo di energia per il riscaldamento degli edifici

Al fine di determinare la variazione dei consumi per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria degli edifici del centro urbano di Faenza si sono fatte alcune assunzioni:

- la variazione del consumo per il riscaldamento degli edifici residenziali e non residenziali dipende dalla variazione di superficie degli edifici sia in termini di nuovi appartamenti che di rinnovamenti;
- i nuovi appartamenti saranno realizzati al di fuori del Centro Storico;
- i rinnovamenti di tipo non residenziale sono realizzati al di fuori del Centro Storico;
- gli interventi di miglioramento energetico sono realizzati prevalentemente in ambito residenziale a seguito di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- il fabbisogno energetico degli edifici di nuova costruzione è pari a quello medio degli edifici realizzati dopo il 2008 come ricavato dal censimento energetico degli edifici diversificato per tipologia residenziale e non residenziale e comunque entro i limiti della DAL n. 156/2008;
- il fabbisogno energetico degli edifici prima dell'esecuzione di interventi di rinnovamento è pari a quello medio degli edifici del centro urbano di Faenza (228 kWh/m2anno) come ricavato dal censimento energetico degli edifici e diversificato per tipologia residenziale e non residenziale;

² **D.Lgs 3 marzo 2011, n.28** "Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE"

- il fabbisogno energetico degli edifici a seguito di interventi di rinnovamento (recupero di fabbricati esistenti, ristrutturazione, restauro e risanamento ecc.) è ridotto mediamente del 50% rispetto al consumo prima dell'intervento;
- gli effetti della DGR n. 1366/2011 inerenti le fonti rinnovabili permettono di ridurre ulteriormente il fabbisogno energetico degli edifici rispetto ai limiti di legge presenti dal 2008 (DAL n. 156/2008).

Al fine di **determinare gli effetti di riduzione dei consumi degli interventi** volti alla riduzione del fabbisogno energetico degli edifici residenziali si sono considerati i dati messi a disposizione dal rapporto statistico **ENEA 2010** circa il numero degli interventi eseguiti in regime di manutenzione ordinaria e straordinaria. Inoltre sono stati considerati i dati relativi ai risultati del progetto di riqualificazione energetica di un quartiere residenziale pubblico sito in via Ponte Romano, sviluppato nell'ambito del Progetto Europeo EnSURE, per la determinazione della riduzione del fabbisogno energetico per ogni tipologia di intervento. Nella tabella di *Figura 16* sono riportati il numero degli interventi secondo ENEA e le riduzioni di fabbisogno energetico dovute ad ogni tipologia di intervento in Tep/anno ricavate prevalentemente dal caso-studio realizzato sul quartiere di via Ponte Romano.

Interventi di miglioramento energetico (dal 2010 al 2024) riduzioni del fabbisogno di energia primaria totale	Riduzione fabbisogno [%]	N. interventi	Totale [Tep/anno]
Riduzione di Fabbisogno per strutture opache verticali	43,0%	6	-5,5
Riduzione di Fabbisogno per strutture opache orizzontali - copertura sottotetto	8,5%	6	-1,1
Riduzione di Fabbisogno per strutture opache orizzontali - verso terra	8,5%	6	-1,1
Riduzione di Fabbisogno per Solare termico	50,0%	64	-6,7
Riduzione di Fabbisogno per Impianti geotermici	10,9%	3	-0,7
Riduzione di Fabbisogno per Caldaie a condensazione +valvole termostatiche	15,0%	175	-57,5
Riduzione di Fabbisogno per Caldaie a biomassa	83,8%	3	-5,4
Riduzione di Fabbisogno per Infissi	13,3%	309	-90,1
Riduzione di Fabbisogno per Pompe di calore aria	7,9%	12	-2,0
TOTALE			-170

Figura 16: Interventi di miglioramento energetico e riduzione del fabbisogno energetico in Tep/anno

Nel complesso gli interventi di miglioramento energetico in regime di manutenzione ordinaria e straordinaria comportano una riduzione del fabbisogno di energia primaria di **170 Tep/anno**.

Oltre agli interventi di miglioramento energetico che hanno avuto accesso al meccanismo incentivante del 55%, nello scenario BaUs sono state implementate le variazioni di consumo determinate dalle nuove costruzioni e dagli interventi di rinnovamento degli edifici nelle quantità e con i "pesi" descritte al punto "Analisi urbanistica". Nel grafico di *Figura 17* sono riportati i risultati delle proiezioni di consumo per il riscaldamento degli edifici, residenziali e non residenziali, espressi in Tep (Tonnellate equivalenti di

petrolio). **Lo scenario prevede al 2020 una riduzione dei consumi degli edifici residenziali di circa 5.800 Tep mentre per gli edifici non residenziali di circa 300 Tep, per un totale complessivo di 6.100 Tep.**

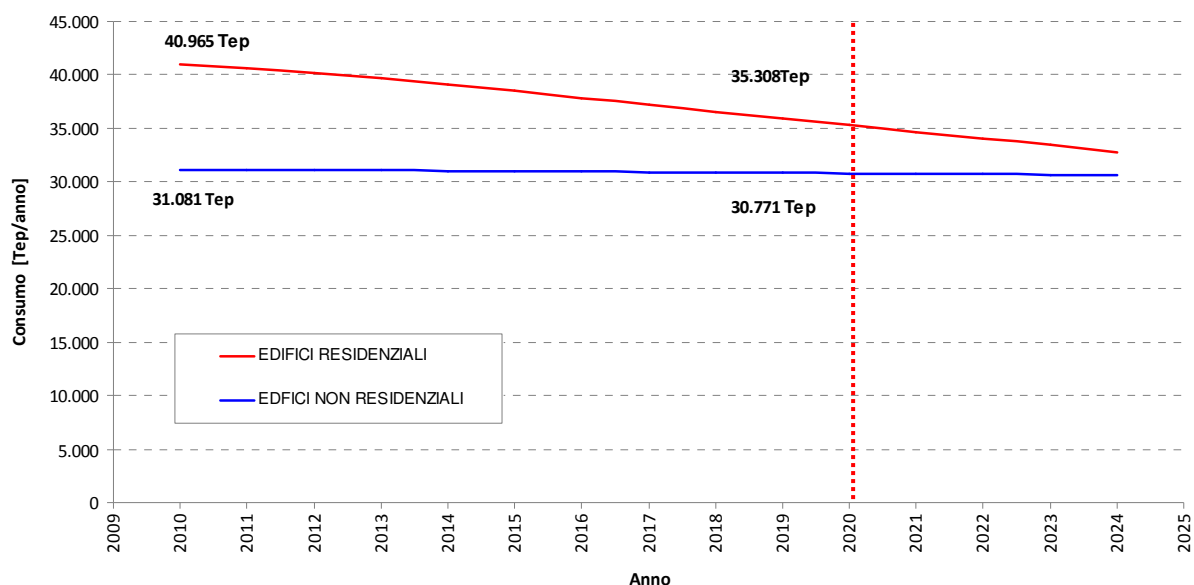


Figura 17: Scenario BaU, consumo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria per gli edifici residenziali e non residenziali. Stato di fatto al 2010 72.046 tep/anno (si veda cap. 4.1) – Scenario tendenziale BaUs al 2020 66.079 tep/anno.

> Scenario BaUs: consumo di energia elettrica degli edifici

Al fine di valutare il consumo futuro di energia elettrica degli edifici si sono fatte le seguenti assunzioni:

- la variazione del consumo di energia elettrica degli edifici in ambito residenziale dipende dalla variazione degli abitanti;
- la variazione del consumo di energia elettrica degli edifici nel terziario dipende dalla variazione degli abitanti;
- il consumo di energia elettrica degli edifici industriali è costante;
- l'energia elettrica prodotta dagli impianti solari fotovoltaici posti sugli edifici è consumata dagli edifici stessi;
- il beneficio dato dall'efficiamento delle apparecchiature elettriche ad uso domestico e dalla sostituzione delle lampade a incandescenza con sorgenti a basso consumo è controbilanciato dall'aumento dei carichi elettrici dovuto alla crescente necessità di raffrescamento estivo effettuato mediante climatizzatori elettrici.

In *figura 18* sono riportati i risultati delle proiezioni di consumo di energia elettrica nello scenario BaUs espresso in Tep (Tonnellate equivalenti di petrolio). **La riduzione di consumo di energia elettrica al 2020 rispetto al 2010 è di circa 1.500 Tep per gli edifici residenziali e di circa 350 Tep per quelli non residenziali per un totale complessivo di 1.700 Tep.**

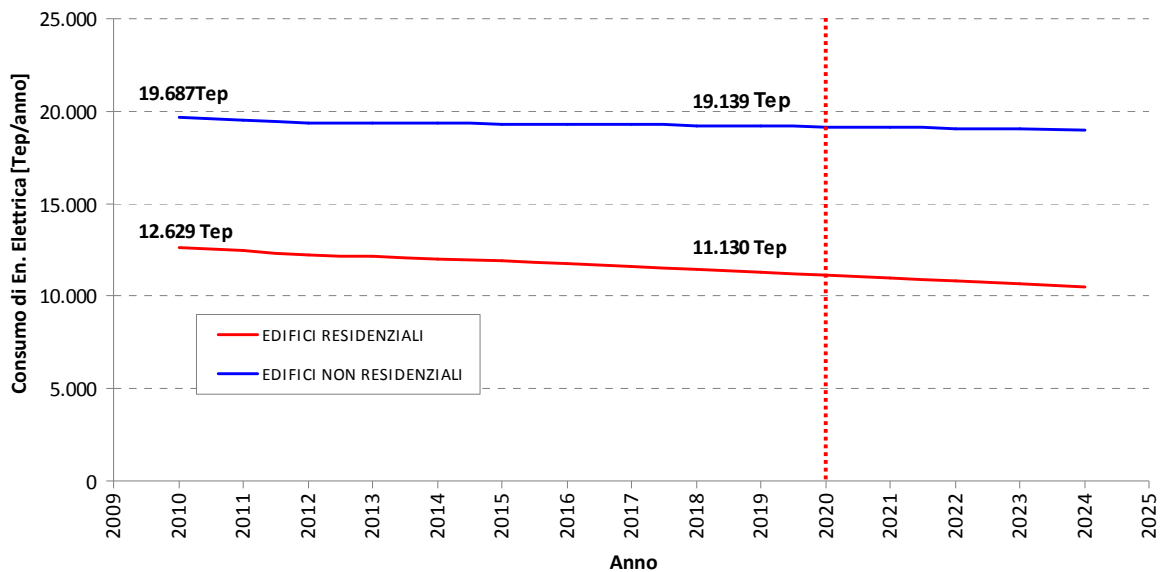


Figura 18: Scenario BaU, consumo di Energia Elettrica per gli edifici residenziali e non residenziali. Stato di fatto al 2010 32.316 tep/anno (si veda cap.4.1) – Scenario tendenziale BaUs al 2020 30.269 tep/anno.

> **Scenario BaUs: consumo energetico complessivo ed emissioni di CO₂**

Sommando gli effetti delle varie quote di consumo (per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria ed usi elettrici) è possibile ottenere il risultato totale in ambito residenziale, non residenziale e complessivo.

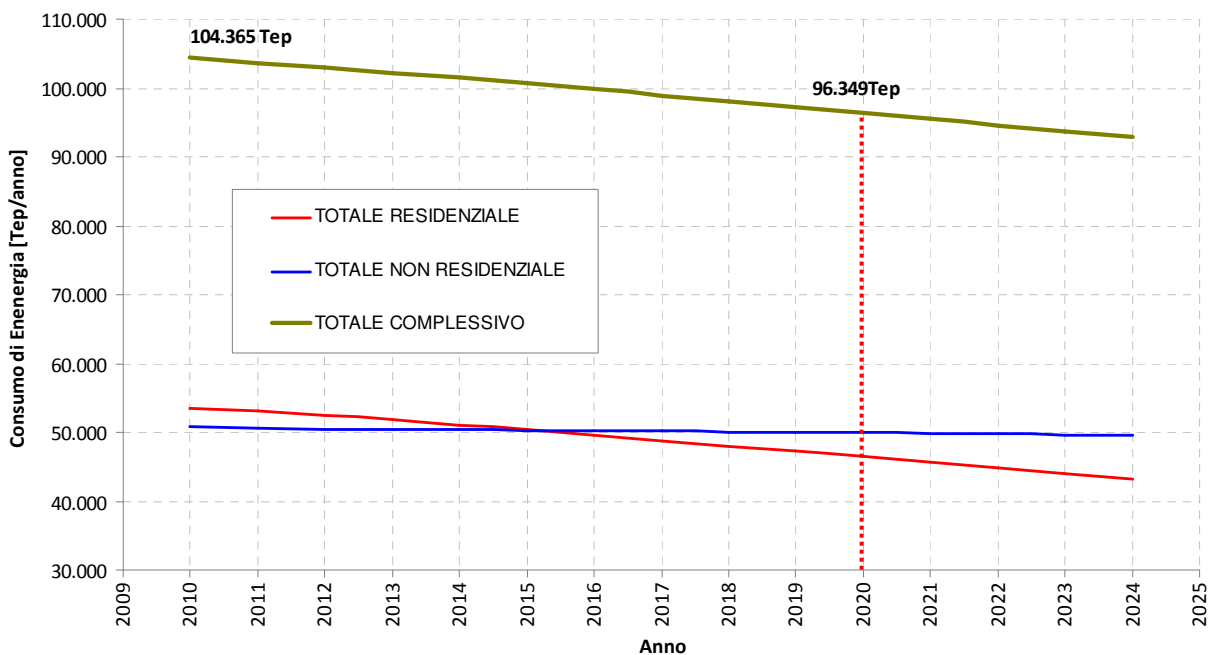


Figura 19: Scenario BaU, consumo totale di energia degli edifici. Stato di fatto al 2010 104.365 tep/anno (si veda cap.4.1) – Scenario tendenziale BaU al 2020 96.349 tep/anno (- 8%)

Nello scenario BaUs 2020, la riduzione dei consumi energetici risulta essere di circa l'8 % rispetto ai consumi rilevati nel 2010, ovvero di circa 8.000 Tep su in totale complessivo di 104.365 Tep (si veda cap. 4.1). E' possibile inoltre osservare che attualmente gli edifici residenziali consumano di più di quelli non residenziali, nel 2014 consumeranno la stessa quantità di energia, mentre negli anni successivi gli edifici residenziali consumeranno meno di quelli non residenziali.

Ricavando dai consumi le emissioni di biossido di carbonio (CO₂) è possibile rilevare il trend di emissioni rispetto al valore obiettivo al 2020. Una riduzione del 20% rispetto alle emissioni inventariate al 2005 (267.820 tonCO₂eq) significa per il Comune di Faenza una riduzione pari a **53.564 tonCO₂eq** ed un valore obiettivo di **214.256 tonCO₂eq** (si veda cap.3 paragrafo 3.5). Essendo le emissioni inventariate al 2010 pari a 280.012 tonCO₂eq la riduzione da raggiungere per il 2020 è di **65.756 tonCO₂eq**.

Occorre comunque considerare che con la Decisione Europea n. 406/2009/CE del parlamento europeo del 23 aprile 2009 "concernente gli sforzi degli Stati membri per ridurre le emissioni dei gas a effetto serra al fine di adempiere agli impegni della Comunità in materia di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020" è stato stabilito per l'Italia un limite di emissione meno restrittivo pari cioè al **-13% rispetto al 2005**, ciò significa per il Comune di Faenza una riduzione delle emissioni pari a **34.816 tonCO₂eq** ed un valore obiettivo di **233.000 tonCO₂eq**.

Nella Figura 20 è riportato il grafico con la proiezione futura rispetto ai due obiettivi.

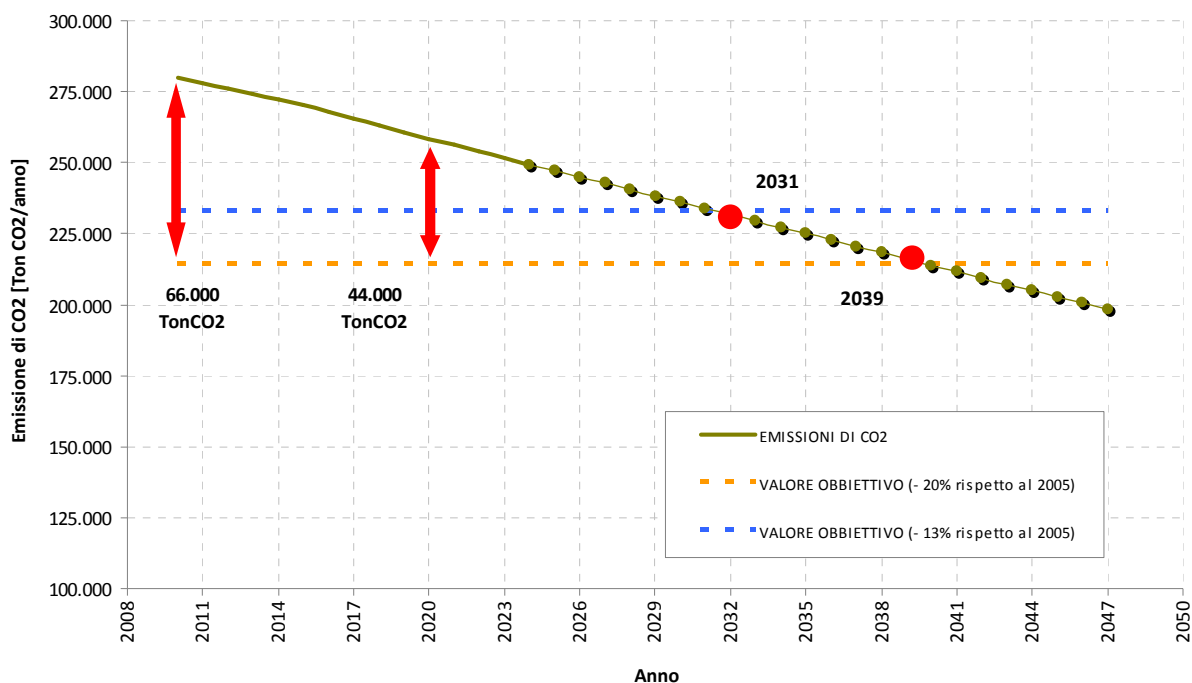


Figura 20: Scenario BAU rispetto l'obiettivo - 20% e - 13%, emissioni di biossido di carbonio (CO₂) degli edifici.

Nello scenario BaUs 2020, la riduzione delle emissioni di CO₂ risulta essere di circa il -8% (258.503 tonCO₂eq) rispetto a quelle rilevate al 2010 pari a -21.509 tonCO₂eq su un totale complessivo di 280.012

tonCO₂eq. Per raggiungere l'obiettivo del – 20%, rispetto al livello di emissioni riscontrato al 2005, occorre ridurre le emissioni al 2020 di ulteriori 44.247 tonCO₂eq. Secondo lo scenario BaUs considerato, l'obiettivo sarà in questo modo raggiunto nel 2039. Mentre per raggiungere l'obiettivo del – 13%, rispetto al livello di emissioni riscontrato al 2005, occorre ridurre le emissioni al 2020 di ulteriori 25.500 tonCO₂eq. Tale obiettivo (-13 %) potrebbe essere raggiunto nel 2031.

E' evidente che proseguendo con lo scenario normativo attuale, ipotizzando uno scenario edilizio come in precedenza delineato, non si raggiungono gli obiettivi del -13% delle emissioni di CO₂ rispetto al valore inventariato al 2005 (valore obiettivo nazionale), per cui è certamente necessario proiettare le strategie urbanistiche verso scenari "migliorati" come descritto al capitolo 5.2.

In alternativa la riduzione mancante dovrà essere "accollata" ad altri settori (trasporti, industria, agricoltura); considerando che la regola di "*burden sharing*" adottata in ambito comunale sia quella della ripartizione paritaria degli oneri nei vari settori (ognuno deve raggiungere il medesimo obiettivo) si svolgeranno le valutazioni di ulteriori scenari finalizzati al raggiungimento dell'obiettivo europeo.

Capitolo 5.2

Definizione e valutazione dello Scenario Migliorato

Nel presente capitolo sono stati analizzati i seguenti aspetti tematici:

- Definizione delle azioni o progetti di miglioramento;
- Valutazione dello scenario di miglioramento dei consumi energetici con azioni (*With Measure Scenario - WMs*)
- Valutazione dello scenario di miglioramento dei consumi energetici con azioni maggiorate (*With Measure Scenario - WMsPlus*)

5.2.1 Definizione delle azioni o progetti di miglioramento

Lo scenario con misure **-with measure scenario (WMs)-**, o scenario di Piano, consiste nel modificare lo scenario tendenziale BaUs in seguito all'adozione di **misure o progetti** indirizzati a promuovere il risparmio energetico e l'efficienza energetica degli edifici.

Le azioni individuate dal presente Piano strategico sono state selezionate a partire dalle esigenze reali del territorio e dalle potenzialità delle risorse locali attivabili, in particolare sono state selezionate iniziative che producono benefici ambientali **reali**, quantificabili e verificabili e **a carattere permanente** non reversibile. Inoltre, non essendo individuabili nel territorio faentino soggetti che per interventi sui propri usi energetici finali consentano di raggiungere una consistente riduzione delle emissioni, le azioni proposte hanno un carattere diffusivo e coinvolgono la totalità degli attori ivi operanti (pubblica amministrazione, privati cittadini, operatori economici, ecc.).

Le azioni riguardano sostanzialmente **2 macro aree di intervento** e sono di seguito sintetizzate:

A1) Azioni sulla normativa urbanistico - edilizia, integrative degli strumenti urbanistici comunali finalizzate:

- alla promozione del risparmio energetico nel settore residenziale;
- alla promozione del risparmio energetico nel settore terziario e industriale;
- alla promozione della produzione locale di energia da fonti energetiche rinnovabili;

A2) Azioni dirette dell'amministrazione comunale finalizzate:

- alla promozione del risparmio energetico e alla valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili nelle azioni di governo del territorio a partire dalla loro integrazione negli strumenti di pianificazione urbanistica;
- a conoscere nel dettaglio i consumi e le produzioni energetiche del territorio nella sua dinamicità;

- alla promozione di iniziative pubbliche volte a ridurre i consumi energetici delle strutture comunali (edifici, illuminazione, ecc.);
- alla promozione di un'attività di sensibilizzazione rivolta ai portatori di interessi diretti e alla cittadinanza;

A.1) Ipotesi di azioni sulla normativa urbanistico - edilizia comunale:

(La finalità della presente ipotesi è quella di definire orientativamente l'anno di raggiungimento dell'obiettivo, prendendo a riferimento i soli edifici e non la totalità delle questioni energetiche da ricomprendere nel PAES).

A.1.1 Nuovo strumento urbanistico comunale (RUE)

▪ **Descrizione dell'azione (IPOTESI):**

Il Regolamento Urbanistico Edilizio è lo strumento di attuazione del Piano Strutturale Comunale che **disciplina, a livello comunale, gli interventi edilizi sugli edifici esistenti e nei lotti di completamento non sottoposti a Piano Operativo Comunale (POC)**, oltre al territorio rurale.

L'obiettivo del Comune di Faenza è quello di introdurre nel Regolamento Urbanistico Edilizio alcune norme prestazionali e strumenti di incentivazione per la sostenibilità energetica ed ambientale del comparto edilizio, quali ad esempio:

> **Indagini conoscitive preliminari alla progettazione di interventi edilizi:**

in centro storico, finalizzate, per gli interventi sugli edifici che si avvalgano della possibilità di esclusione dall'applicazione dei requisiti minimi di legge in materia di prestazione energetica degli edifici e degli impianti, a indagare in modo speditivo i possibili interventi, compatibili con il valore storico dell'edificio, atti a raggiungere le migliori prestazioni di contenimento energetico.

negli ambiti per nuovi insediamenti soggetti a Progetti Urbanistici Attuativi (PUA),

finalizzate a perseguire, nella progettazione, il recupero in forma "passiva" della maggior parte dell'energia necessaria a garantire le migliori prestazioni per i diversi usi finali (riscaldamento, raffrescamento, illuminazione ecc.), privilegiando prioritariamente l'integrazione tra sito ed involucro e, in seconda fase, compiere le scelte di carattere tecnologico - impiantistico (analisi del sito).

- > **Prestazioni energetiche alla scala insediativa:**
finalizzate ad adottare, negli interventi soggetti a Progetti Urbanistici Attuativi (PUA), le migliori azioni di gestione della risorsa energia e a ottimizzare/valorizzare la disponibilità di fonti energetiche rinnovabili considerando diverse scelte tecnologico-impianistiche in funzione della superficie complessiva e della localizzazione dell'intervento.

- > **Obiettivi specifici di riduzione dei consumi energetici alla scala insediativa dell'edificio:**
Nelle aree di nuova urbanizzazione o soggette a riqualificazione integrale la cui attuazione viene disciplinata da "Schede progetto", costituisce elemento progettuale invariante della "prestazione sostenibilità" il raggiungimento di una prestazione energetica globale pari alla classe A.

- > **Obiettivi di qualità: riduzione dei consumi energetici alla scala insediativa dell'edificio nel caso di accesso al sistema degli incentivi:**
In ordine generale, gli incentivi e le compensazioni rappresentano strategie puntuali volte al miglioramento degli obiettivi del RUE (di sostenibilità, sicurezza ed identità). Nel caso di interventi di nuova costruzione o di ampliamento, l'accesso agli "incentivi" presuppone il rispetto della "prestazioni di efficienza energetica" finalizzata a fissare livelli prestazionali di riduzione dei consumi energetici migliorativi rispetto agli obblighi previsti dalla norma regionale, differenziati in base al tipo di intervento. A titolo esemplificativo il presente studio valuta le seguenti strategie incentivanti di scenario migliorato:
Prestazioni minime per le nuove edificazioni: (ivi compreso demolizione con ricostruzione e ristrutturazione integrale). L'indice di prestazione energetica totale dovrà attestarsi ad un valore inferiore del 25% rispetto a quanto previsto dalla vigente legislazione regionale in materia.
Prestazioni minime per gli interventi di ampliamento: si stabilisce il principio che l'edificio che amplia la superficie utile energetica deve consumare meno -secondo gradualità progressive in rapporto alla classe energetica di partenza³- rispetto a quanto consumava l'edificio non ampliato, con la precisazione che qualora l'indice di prestazione energetica totale dell'edificio *ex-post* (parte esistente + ampliamento) sia inferiore del 25% rispetto a quanto previsto dalla vigente legislazione regionale in materia, l'intervento è sempre consentito.

³ meno 20% se l'edificio esistente è in classe G, meno 15% se in classe F, meno 10% se in classe E, meno 5% se in classe D, 0% se in classe C.

> **Obiettivi di qualità: ulteriori misure incentivanti e compensazioni per la riduzione dei consumi energetici**

Il RUE riconosce ad alcune situazioni l'occasione di ampliare le possibilità edilizie mediante incentivi a condizione che siano realizzate ulteriori prestazioni (compensazioni). A titolo esemplificativo, il presente studio valuta le seguenti strategie incentivanti di scenario migliorato:

- nell'ambito residenziale consolidato, negli interventi di demolizione con ricostruzione di edifici, il volume esistente può essere incrementato del 10-20% a condizione che l'indice di prestazione energetica totale sia inferiore del 40-60% rispetto a quanto previsto dalla vigente legislazione regionale in materia;
- in centro storico, per aumentare l'efficienza energetica di edifici di proprietà pubblica o privata favorendo interventi puntuali di rinnovo (infissi, isolamenti, coperture, impianti, ecc.), si stabilisce un'equivalenza fra la CO₂ non emessa in seguito all'intervento e una quantità di superficie utile lorda premiale da sfruttare all'esterno del centro storico.

> **Riduzione del contributo di costruzione**

A seguito dell'entrata in vigore del decreto "Sblocca Italia" che ha stabilito che i comuni devono apportare riduzioni del contributo di costruzione per gli interventi di ristrutturazione edilizia, il Comune di Faenza ha ritenuto di cogliere l'opportunità fornita dalla suddetta disposizione di legge introducendo nel RUE agevolazioni (abbattimento oneri), estese a tutto il centro urbano, che potranno essere aumentate, rispetto alla riduzione minima base, a fronte di prestazioni aggiuntive in termini di riqualificazione energetica, sismica e ambientale sugli edifici. In particolare, per quanto attiene all'efficientamento energetico del patrimonio edilizio esistente, nell'ambito della riduzione del contributo di costruzione per gli interventi di ristrutturazione edilizia, oltre alla riduzione percentuale minima stabilita dal RUE (-40% per il centro storico, - 30%/-25% per il centro urbano), viene riconosciuta un'ulteriore riduzione del contributo, secondo gradualità progressive (ulteriore -20/-30/-50%), in funzione del miglioramento percentuale della prestazione energetica raggiunta rispetto a quanto previsto per legge.

> **Inserimento di norme in tema di energia nell'elaborato costitutivo del RUE "Attività edilizia e procedimenti":**

Sono norme che individuano le modalità applicative in linea con le disposizioni e gli indirizzi della DAL 156/2008 e del PTCP della Provincia di Ravenna, intervenendo, ove possibile, a specificare la norma a livello locale. (es. modalità applicative inerenti la produzione di energia termica ed elettrica da FER -Requisito 6.6 "Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili o

assimilate”, nonché quelle inerenti le condizioni e i sistemi alternativi/compensativi per il soddisfacimento del medesimo Requisito per gli interventi in cui si riscontri l’impossibilità tecnica).

A.2) Azioni dirette dell'Amministrazione comunale

▪ Descrizione dell'azione:

Il Comune di Faenza si è fatto promotore di un'attività di programmazione per contribuire al raggiungimento dei target di risparmio energetico assunti in sede di formazione del Piano Strutturale Comunale (PSC 2010). Le azioni di seguito riportate costituiscono un primo risultato dell'attività di programmazione dell'Amministrazione comunale finalizzata alla redazione del **Piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES)** in elaborazione, esteso all'intero sistema urbano, conseguente all'adesione da parte del Comune di Faenza al Patto dei Sindaci del settembre 2013. Di seguito si riportano le azioni individuate:

A.2.1 Predisposizione di un sistema di contabilizzazione energetica dei consumi e delle produzioni di energia del territorio;

A.2.2 Predisposizione di un Piano strategico di sviluppo del teleriscaldamento e promozione di isole di riscaldamento efficienti che accentrino i consumi di diversi edifici in centrali termiche con grossa componente di energia rinnovabile.

A.2.3 Predisposizione di un Piano strategico di sviluppo del verde urbano e territoriale finalizzato all'incremento della biomassa urbana e periurbana e alla strutturazione di reti ecologiche territoriali.

A.2.4 Predisposizione di diagnosi e certificazioni energetiche degli edifici pubblici comunali

A.2.5 Programmazione di interventi di risparmio energetico sul patrimonio edilizio pubblico e sugli edifici di residenza pubblica gestiti da ACER prevedendo un tasso di rinnovo pari al 3% annuo, in linea con il Piano europeo per l'efficienza energetica 2011;

A.2.6 Disponibilità del patrimonio edilizio pubblico per la produzione di energia termica ed elettrica da fonte rinnovabile anche al fine di rendere operative e applicabili le modalità compensative previste dalla DAL 156/2008 in termini di utilizzo delle fonti rinnovabili sul territorio comunale per tutti gli interventi in cui si riscontri l'impossibilità tecnica.

A.2.7 **Verifica di dettaglio dei “centri di consumo rilevanti”**, strutture presenti sul territorio comunale aventi incidenza superiore allo 0,1-0,5% del consumo energetico comunale (Ospedale, Centri Commerciali, ecc.).

A.2.8 **Promozione di azioni di sensibilizzazione ed informazione pubblica** su tematiche di risparmio energetico rivolte ai cittadini e agli amministratori di condominio; divulgazione periodica dei bilanci energetici comunali e promozione delle esperienze di successo;

5.2.2 Valutazione dei consumi energetici previsti nell'ambito dello scenario di miglioramento con azioni (*With Measures Scenario - WMs*)

> Consumo per il riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria degli edifici

L'applicazione delle azioni sopradescritte allo scenario BaU ha permesso di giungere ai risultati di seguito riportati. Nel grafico di *figura 21* è riportato il **confronto rispetto allo scenario BaU delle azioni A.1** (*azioni sulla normativa urbanistica comunale*) per ridurre il consumo per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria sia in ambito residenziale che non residenziale.

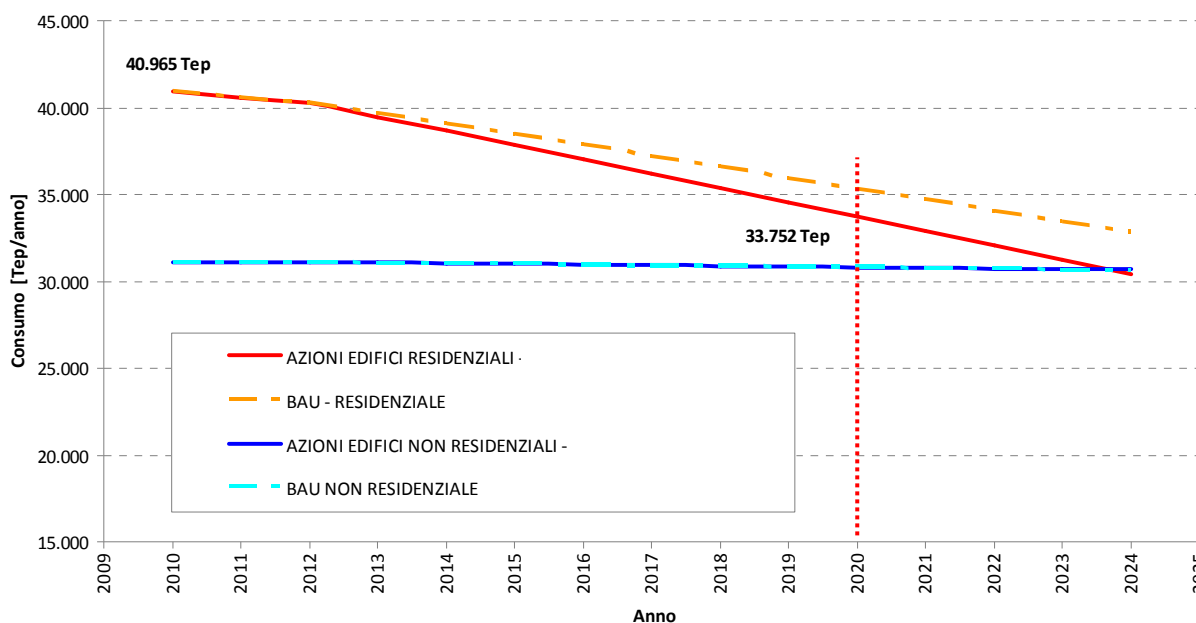


Figura 21: Scenario con AZIONI A.1 - consumo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria degli edifici distinti per usi residenziali e non residenziali – confronto rispetto allo scenario BaU

In ambito residenziale, le azioni permettono una riduzione di consumo di ulteriori **1.556 Tep** rispetto allo scenario BaU mentre in ambito non residenziale non risultano particolari variazioni perché l'incremento di consumo dato dalle nuove costruzioni viene compensato dalla riduzione di consumo dei rinnovamenti. Inserendo anche le misure incentivanti che comportano un incremento degli interventi di efficientamento energetico degli edifici sia residenziali che non residenziali si perviene allo scenario complessivo dovuto alle azioni A.1 riportato in *Figura n.21*.

L'effetto complessivo delle azioni A.1 "Azioni sulla normativa urbanistico-edilizia comunale", comprensivo delle misure incentivanti, sui consumi degli edifici comporta una riduzione al 2020 di ulteriori **1.956 Tep** rispetto allo scenario BaU, per un totale di **-8.250 Tep** rispetto al 2010.

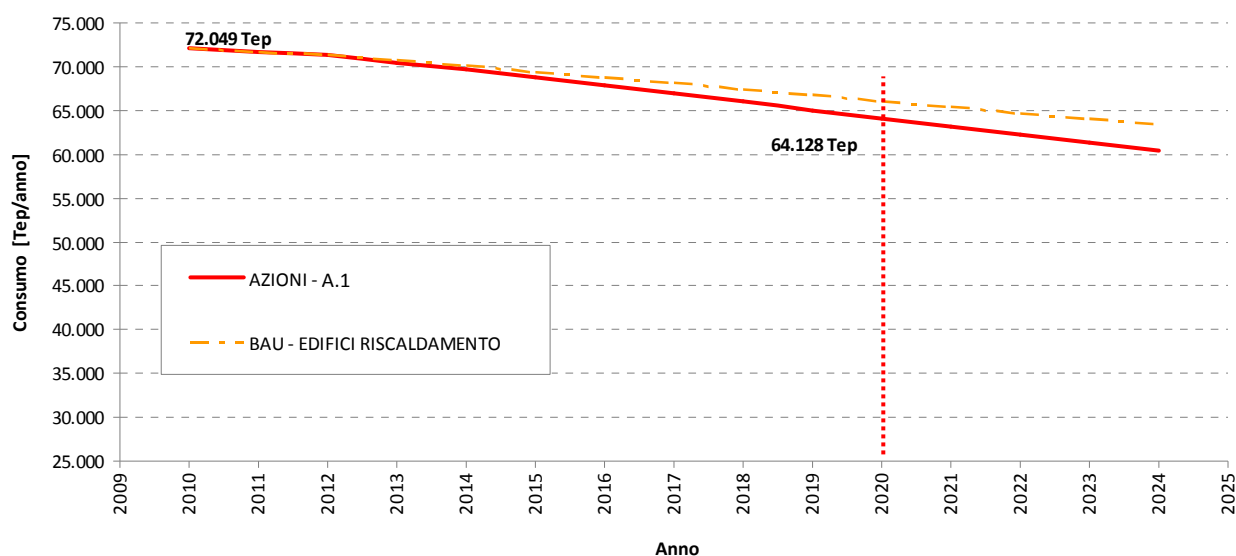


Figura 22: Scenario con AZIONI A.1 consumo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria degli edifici (senza distinzioni) – confronto rispetto allo scenario BaU.

L'effetto invece delle azioni A.2 "Azioni dirette dell'amministrazione comunale" sui consumi degli edifici consente di ottenere al 2020 un'ulteriore riduzione di consumo pari a **1.406 Tep rispetto allo scenario BaU**. Nel grafico di *figura 23* è riportato il confronto.

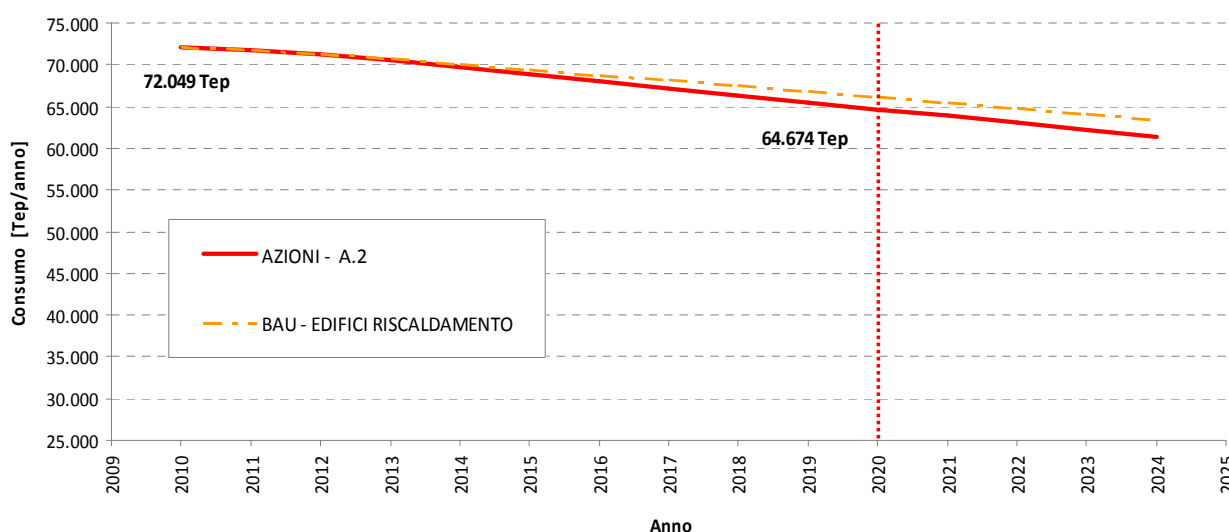


Figura 23: Scenario con AZIONI A.2 consumo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria degli edifici – confronto rispetto allo scenario BaU

Le azioni sul consumo per riscaldamento che portano il maggiore beneficio sono le A.1 (Azioni sulla normativa urbanistico-edilizia comunale). In particolare risultano **molto incisive le azioni che permettono di rinnovare il patrimonio edilizio esistente soprattutto in centro storico**.

> Consumo di energia elettrica

Le uniche azioni che consentono di ridurre il consumo di energia elettrica degli edifici rispetto allo scenario BaU sono le azioni finalizzate prevalentemente all'individuazione delle aree idonee al fine di rendere operative e applicabili le modalità compensative previste dalla DAL (es. installazione di pannelli fotovoltaici su edifici pubblici e/o sulle coperture degli edifici industriali). Tale azione permette di incrementare nel tempo il numero degli impianti solari fotovoltaici riducendo quindi il consumo di energia primaria degli edifici. La riduzione di consumo calcolata è pari nel 2020 a circa **160 Tep**.

> Confronto delle azioni, consumo complessivo ed emissioni di CO₂

Le azioni implementate nel modello di proiezione futura permettono di determinare quello che sarà lo scenario in seguito all'introduzione delle misure implementate nel "Piano Regolatore dell'energia".

Nella tabella di *figura 24* sono riassunti gli effetti delle diverse azioni per la riduzione dei consumi descritte nei paragrafi precedenti.

Consumo di energia degli edifici (Tep/anno)					
Anno	Scenario BaU	Riduzione AZIONI - A.1	Riduzione AZIONI -A.2	Totale riduzioni (A.1+A.2)	Scenario WMs
2010	104.365	0	0	0	104.365
2011	103.648	0	0	0	103.648
2012	102.930	0	0	0	102.930
2013	102.199	-241	-190	-431	101.768
2014	101.468	-482	-380	-862	100.606
2015	100.663	-727	-578	-1.306	99.357
2016	99.800	-973	-776	-1.749	98.051
2017	98.937	-1.219	-973	-2.192	96.745
2018	98.074	-1.465	-1.171	-2.636	95.438
2019	97.211	-1.711	-1.368	-3.079	94.132
2020	96.349	-1.956	-1.566	-3.522	92.826
2021	95.486	-2.202	-1.764	-3.966	91.520
2022	94.623	-2.448	-1.961	-4.409	90.214
2023	93.760	-2.694	-2.159	-4.853	88.907
2024	92.897	-2.940	-2.356	-5.296	87.601

Figura 24: Confronto degli effetti delle azioni A.1 e A.2 sui consumi energetici degli edifici

Nel grafico di *Figura 25* è riportata inoltre la proiezione dei consumi sovrapponendo i vari effetti delle azioni rispetto allo scenario BaU. **E' possibile rilevare che rispetto al 2010 lo Scenario con Misure (WMs)**

comporta una riduzione dei consumi di 11.530 Tep pari a circa il -11,5 %. Rispetto allo scenario BaU si riesce quindi ad ottenere un'ulteriore riduzione dei consumi di 3.522 Tep.

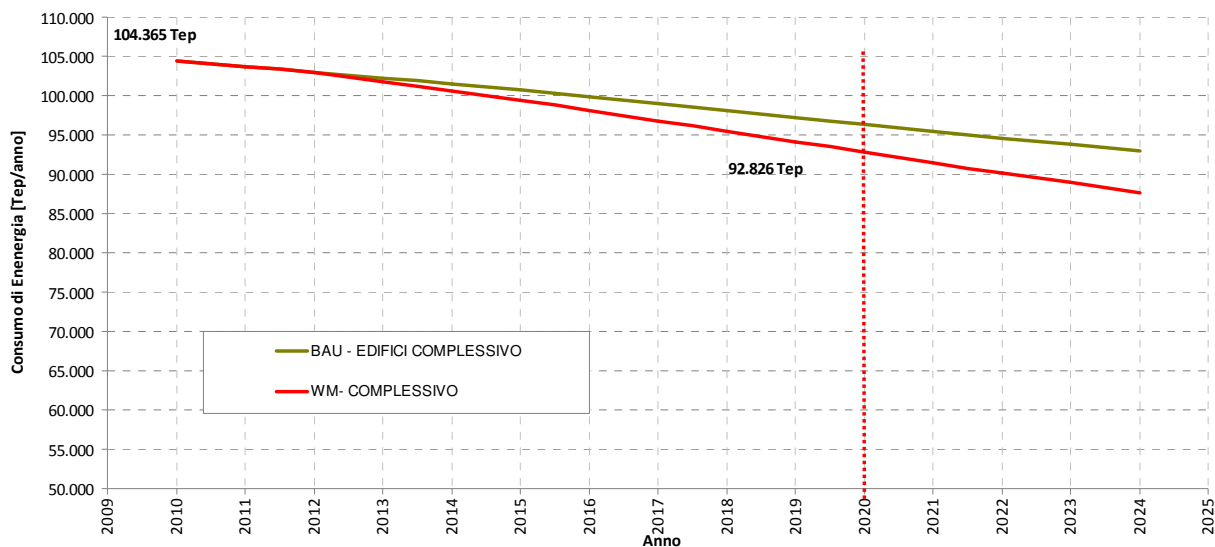


Figura 25: Scenario con AZIONI MIGLIORATE - consumo degli edifici – confronto rispetto allo scenario BAU

Considerando infine le emissioni di CO₂ è possibile rilevare che lo scenario con azioni di miglioramento permette sostanzialmente di **raggiungere un valore di riduzione pari al -11,5 % rispetto ai valori riscontrati nel 2005**. Per raggiungere il valore obiettivo del -20%(2005) occorre ridurre le emissioni di ulteriori **34.773 Ton CO₂ equivalenti**, mentre per raggiungere il valore obiettivo del -13%(2005) occorre ridurre le emissioni di ulteriori **16.026 Ton CO₂ equivalenti**. Nella tabella di *Figura 26* sono riassunti i risultati delle proiezioni, mentre nel grafico di *Figura 27* è riportato il confronto dei due scenari (BAUs e WMs), proiettato al 2050, rispetto ai valori obiettivo.

Scenari e obiettivi di riduzione delle emissioni di biossido di carbonio al 2020 per il comparto edifici									
Comparto edifici	Bilancio energetico 2010		Scenario BaUs al 2020		Scenario WMs al 2020		Valore obiettivo al 2020 (-20% rispetto al 2005)	Scenario BaUs Differenza rispetto all'obiettivo	Scenario WMs Differenza rispetto all'obiettivo
	tep	TonCO ₂ eq	tep	TonCO ₂ eq	tep	TonCO ₂ eq	TonCO ₂ eq	TonCO ₂ eq	TonCO ₂ eq
Consumi ed emissioni complessive	104.365	280.012	96.349	258.503	92.826	249.029	214.256	44.247	34.773

Figura 26: Scenari ed obiettivi di riduzione di biossido di carbonio al 2020 per il comparto edifici

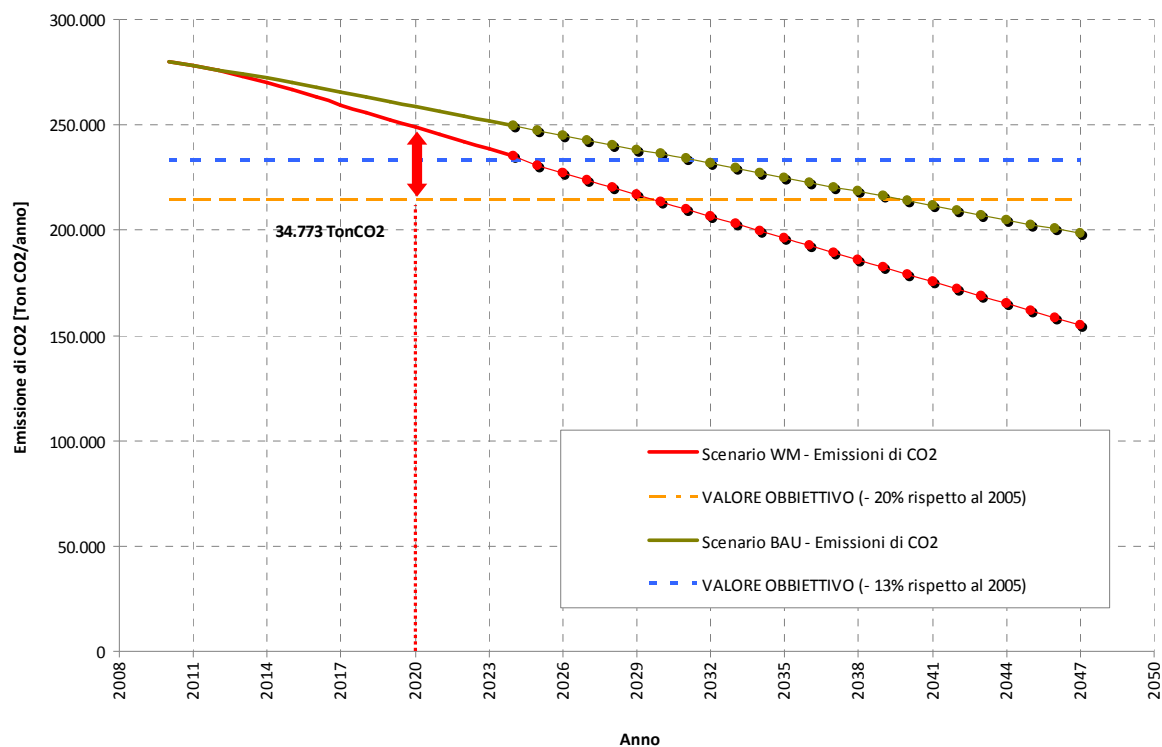


Figura 27: Scenario AZIONI – emissione di biossido di carbonio degli edifici – confronto rispetto allo scenario BaU e all’obiettivo (-20% e -13% rispetto al 2005)

Il **trend migliorato** riportato nella figura precedente individua il raggiungimento del valore obiettivo europeo del -20% nel 2029, quindi con un ritardo di 9 anni rispetto al 2020, e il raggiungimento valore obiettivo nazionale del -13% nel 2024⁴.

⁴ Non escludendo nel bilancio energetico degli edifici (capitolo 4.1) il contributo di neutralizzazione dovuto all’impiego di biomasse negli stabilimenti industriali e attribuendo, quindi, un valore di emissione nullo all’energia elettrica consumata negli edifici che porta ad una drastica riduzione delle emissioni climateranti rilevate, il piano di azione proposto permette di raggiungere un **valore di riduzione delle emissioni del comparto edifici al 2020 pari al -18% rispetto ai valori riscontrati al 2005**.

5.2.3 Valutazione dei consumi energetici previsti nell'ambito dello scenario di miglioramento con azioni maggiorate (*With Measures PLUS - WMPs*)

Per raggiungere l'obiettivo di ridurre al 2020 del 20% le emissioni di biossido di carbonio del comparto edifici rispetto al 2005 sono state considerate ulteriori azioni rispetto a quelle descritte nei precedenti punti A.1 e A.2 e incrementati gli effetti delle azioni già in essere.

Sono state ipotizzate delle azioni atte ad incrementare gli interventi di miglioramento energetico degli edifici esistenti **soprattutto in centro storico e nel centro urbano**. In particolare è stato considerato di incrementare il numero degli interventi sulle strutture opache verticali ed orizzontali effettuati in regime di manutenzione ordinaria e straordinaria. Tali obiettivi possono essere raggiunti tramite **azioni sulla fiscalità locale** (es. *IMU Imposta Municipale Unica sugli immobili* o sulla *TARSU, tassa per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani*) a sostegno di interventi di razionalizzazione energetica a carattere diffusivo e azioni dirette di sensibilizzazione dell'amministrazione sulla cittadinanza al fine di divulgare i benefici economici ed ambientali derivanti da tali interventi. Di seguito si riportano le azioni sulla fiscalità locale considerate:

A.3) Azioni sulla fiscalità locale:

- a) Finalizzate alla certificazione energetica del patrimonio edilizio esistente o alla realizzazione di audit energetici per gli edifici civili ed industriali;
- b) Finalizzati alla realizzazione di interventi sulle strutture opache verticali e orizzontali;
- c) Finalizzati alla sostituzione degli impianti termici obsoleti alimentati a olio combustibile o gasolio.

Si considera che l'incidenza delle azioni A.3 possa comportare un incremento di interventi di miglioramento energetico come da tabella seguente.

Interventi di miglioramento energetico degli edifici		
Tipologia di intervento	Prima delle azioni	Dopo le azioni Plus
Strutture opache verticali (es. cappotto)	6	58
Strutture opache orizzontali (es. isolamento solai)	12	152
Impianti solari termici	64	161
Impianti geotermici	3	11
Caldaje a condensazione +valvole termostatiche	175	700
Caldaje a biomassa	3	7
Infissi	309	773
Pompe di calore	12	47

Implementando le azioni di tipo A.3 nel modello di proiezione futura è possibile rilevare che al 2020 si ha una riduzione di circa **3.700 Tep** rispetto allo scenario BaU. Nel grafico di *Figura 28* è riportato il confronto rispetto allo scenario BaU sino al 2024.

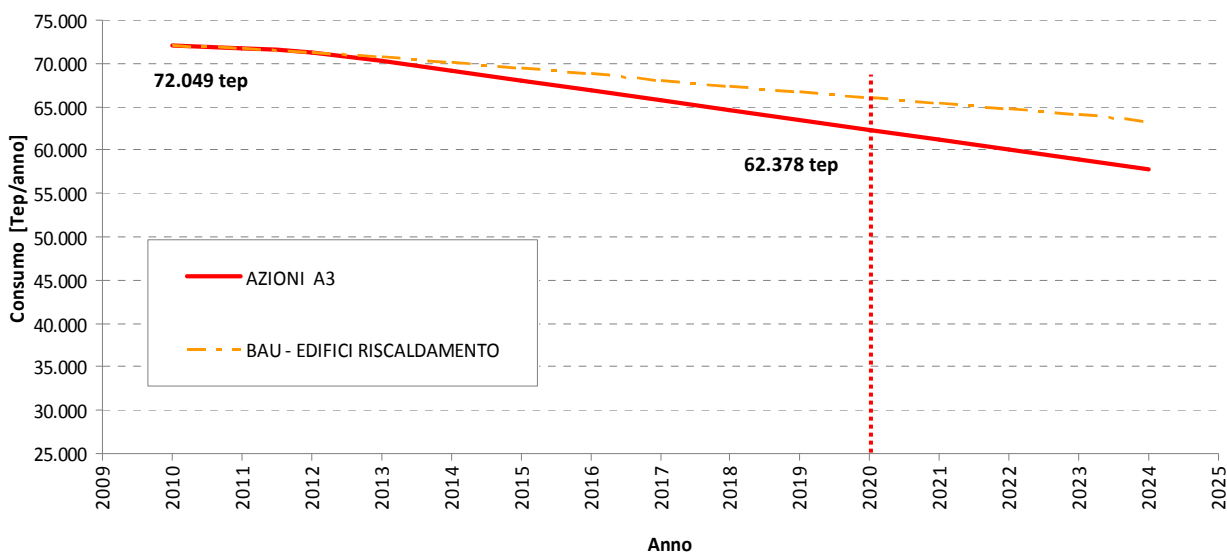


Figura 28: Scenario AZIONI A.3 - consumo per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria degli edifici – confronto rispetto allo scenario BaU.

Oltre alle azioni sopradescritte si è considerato di incrementare anche il tasso di rinnovamento degli edifici dovuto ad un maggiore effetto delle azioni A.1 (Azioni sulla normativa urbanistico - edilizia comunale). Si è considerato di **raddoppiare il numero di interventi di rinnovamento all'anno passando da circa 40.000 m² di superficie a 80.000 m² rinnovata. Per raggiungere gli obiettivi al 2020 il tasso di rinnovamento annuo dovrebbe quindi passare dall'attuale 1,5% al 3%** in linea con il tasso di rinnovamento richiesto agli edifici di proprietà pubblica dal Piano europeo per l'efficienza energetica 2011.

Occorre inoltre considerare che le azioni sugli edifici esistenti del tipo A.1 prevedono anche un incentivo in termini di diritti di edificabilità per gli interventi di miglioramento energetico che può comportare un incremento annuo di nuovi appartamenti. Sovrapponendo gli effetti delle azioni maggiorate (Azioni sulla normativa urbanistico ed edilizia – Azioni dirette dell'Amministrazione comunale – Azioni sulla fiscalità locale) è **possibile presuntivamente ridurre i consumi di 24.365 Tep rispetto al 2010**, raggiungendo un valore di consumo pari a 80.000 tep (Figura 29).

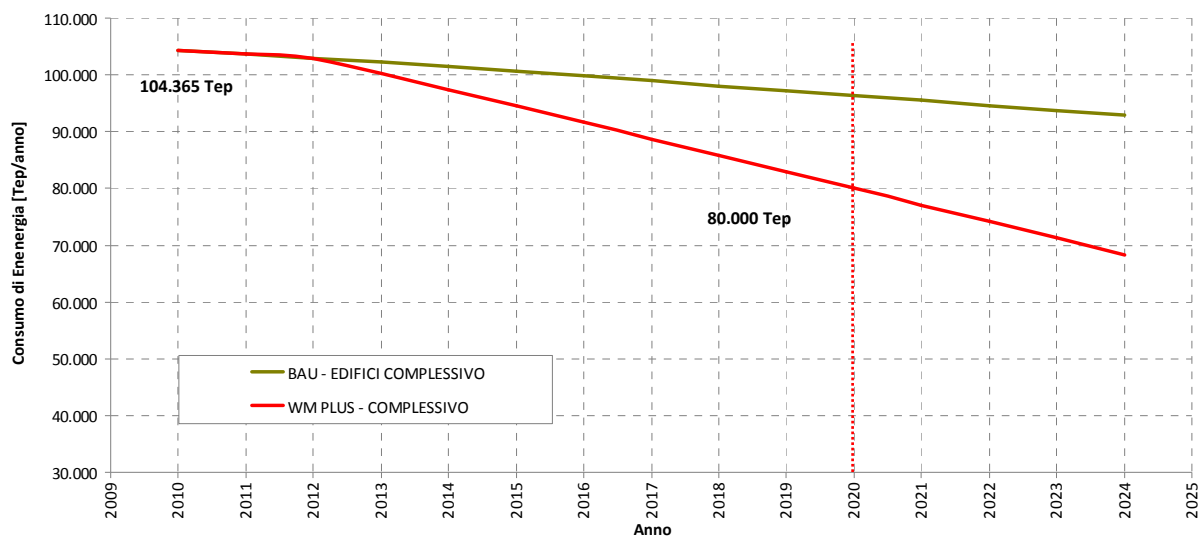


Figura 29: Scenario con Azioni maggiorate (WM Plus) – trend dei consumi degli edifici di Faenza dal 2010.

L’implementazione nel modello di scenario futuro delle azioni maggiorate (WMPs) permette di raggiungere l’obiettivo al 2020 di riduzione del 20% di emissioni di CO₂ rispetto al 2005. Nel diagramma di figura 30 è riportato il trend WMPlus rispetto allo scenario BAUS e al valore obiettivo di 214.256 tonCO₂anno raggiunto nel 2020.

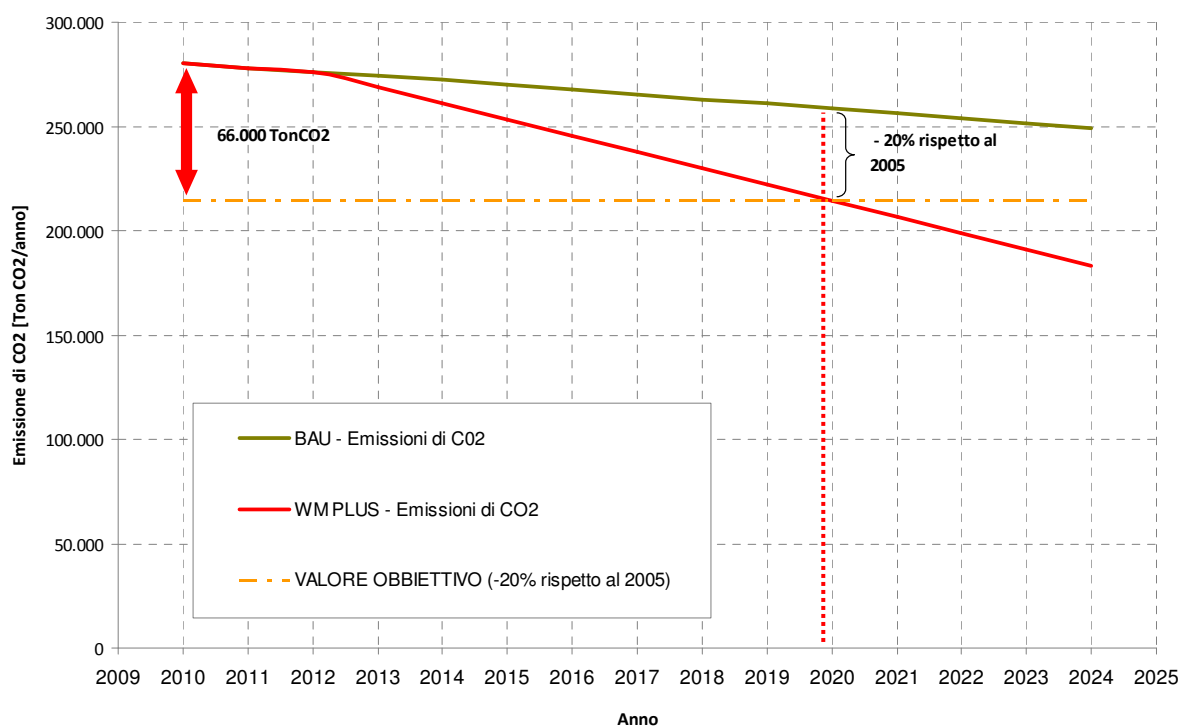


Figura 30: Scenario con Azioni maggiorate (WM Plus) – trend di emissioni di CO₂ per gli edifici rispetto allo scenario BAU e al valore obiettivo (-20% rispetto al 2005).

Capitolo 6

Oltre l'energia: un moderno concetto di sostenibilità

L'aspetto energetico inteso nella sua dimensione tecnico-specialistica non è certamente sufficiente a dare conto del più complesso tema della sostenibilità di cui l'energia rappresenta una parte intimamente connessa. Quanto sopra emerge con grande chiarezza negli obiettivi precedentemente descritti.

Per andare oltre i temi dell'energia, indirizzandoci verso un concetto più ampio di sostenibilità, occorre tenere presente che il vero obiettivo di ogni comunità è quello di **ridurre la propria "impronta ecologica"**, ossia il parametro che misura la quantità di superficie, in termini di terra e acqua, virtualmente necessaria per produrre le risorse che consuma e smaltire i rifiuti che produce¹.

Le azioni da attivare devono andare in questa direzione per evitare di consegnare il futuro alla soluzione tecnologica di casi specifici; un conto è un insediamento compatto, altra cosa è quello diffuso in modo più o meno tentacolare sul territorio. Anche senza addentrarsi in quantificazioni numeriche è intuibile il vantaggio della forma urbana compatta in termini di minore estensione delle reti tecnologiche, minore pressione sull'ambiente naturale, minori spostamenti veicolari, maggiore efficacia nel governo del territorio e quindi minori costi per la comunità.

Il tema dell'energia va quindi inserito in un sistema di prestazioni più ampio e organico preordinato a consentire le trasformazioni di un territorio e a ottenere la conformità edilizia degli edifici.

Il Regolamento Urbanistico ed Edilizio di Faenza deve esprimere, attraverso norme prestazionali base e norme incentivanti, gli obiettivi di qualità (insediativa) che l'Amministrazione Comunale intende perseguire nelle trasformazioni urbanistiche ed edilizie. In particolare, **il sistema della qualità del RUE**, suddiviso fra centro urbano e territorio rurale, proprio per aumentarne l'efficacia, è suddiviso in tre prestazioni strategiche all'interno delle quali devono essere verificate quattro azioni normative:

Prestazione sicurezza	Prestazione sostenibilità	Prestazione identità
1. trattenimento acqua meteorica	1. riduzione impatto edilizio	1. tipologie edilizie ad elevata accessibilità e identità
2. sicurezza pertinenze stradali	2. alberature	2. riordino degli spazi esterni di pertinenza
3. sicurezza sismica e idrogeologica	3. riutilizzo acque meteoriche	3. riqualificazione immobili esistenti
4. parcheggi di uso pubblico	4. efficienza energetica	4. progetto del paesaggio

¹ gli indicatori principali sono: le produzioni alimentari, l'energia necessaria per ogni azione, l'acqua per usi civili e industriali, la vivibilità in termini di assorbimento di CO₂, la produzione di ossigeno, ecc.)

Questo sistema prestazionale, con le dovute graduazioni di scala, attraversa tutti i livelli di pianificazione fino al più piccolo intervento edilizio e si sposta da quelle prestazioni, normalmente intese per l'involucro edilizio, a quelle ben più importanti del contesto territoriale.

E' evidente che l'estrema sintesi del modello prestazionale proposto, che ha come finalità quello di garantire alcune essenziali compensazioni tese a mantenere in equilibrio l'ambiente, non esclude che per quanto concerne in particolare la sostenibilità degli interventi non vadano analizzati anche i seguenti parametri:

- classe energetica dell'edificazioni
- emissioni di CO₂
- produzione di energia da fonti rinnovabili
- tipi di mobilità e traffico
- prestazioni acustiche
- emissioni in atmosfera
- riuso acque meteoriche
- gestione rifiuti
- smaltimenti e depurazioni
- infrastrutture e servizi pubblici
- reti ecologiche
- aspetti faunistici e tecniche di mantenimento
- biodiversità e rinaturalizzazioni
- mitigazione temperatura
- mantenimento correnti del vento
- Impronta ecologica

E' altrettanto evidente però che la sola impronta ecologica, pur essenziale per la sostenibilità di un insediamento, non è espressione della vivibilità di una città; una città potrebbe essere totalmente autosufficiente, ma allo stesso tempo non avere alcun elemento identitario e non essere minimamente attrattiva e quindi non rappresentare un luogo ideale per vivere.

Le differenti impronte (ecologica, attrattiva, identitaria), pur scontando il difetto della scarsa scientificità per le difficoltà di indicare compiutamente parametri che spesso non sono misurabili, rappresentano l'unica dimensione di lavoro per posizionare il livello della città in termini di "vivibilità".

Quindi non solo le misurazioni energetiche e le strategie tecniche sono sufficienti a rappresentare un territorio, ma anche la più complessa sostenibilità può non essere sufficiente a comporre ogni parte del mosaico. E' estremamente importante la forma fisica della sostenibilità che può sfociare nella estetica urbana o più propriamente nella vivibilità di un luogo.

Quest'ultima fase del percorso ENERGIA - SOSTENIBILITA' - VIVIBILITA' consente di apprezzare aspetti ulteriori che attengono all'attrazione e all'identità di un territorio senza i quali certamente non è percepibile la qualità di una città. A livello di esemplificazione, in modo certamente non esaustivo, possono riguardare:

VIVIBILITA'

Verde pubblico urbano	Mq	Mq/Ab
Grandi giardini pubblici > 1 ha	N°	AB/n°
Alberi ad alto fusto in aree pubbliche	N°	AB/n°
Grandi alberate stradali urbane	MI	MI/Ab
Aree di valore naturale nel comune	Km ²	%
Boschi	Km ²	%
Mix di funzioni	Attività n°	Pop./att.
Emissioni di CO2	Tonn.	Co ₂ /Ab

Il PRG dell'energia ci dà la dimensione della assoluta necessità di procedere con azioni mirate al risparmio energetico e ai minori consumi territoriali per ragioni non solo ambientali (minore CO₂ emessa), ma anche economiche riguardando la città di Faenza in un prossimo futuro.

Se il complesso degli edifici faentini esigerà meno energia per il funzionamento e per ospitare gli abitanti significa che ci saranno più risorse diffuse per altre azioni qualitative; inoltre se l'insediamento di nuovi abitanti avverrà con soluzioni di saturazione urbana e non in nuovi quartieri periferici, il bilancio economico della città sarà più florido.

L'investimento in nuove urbanizzazioni periferiche toglie infatti risorse pubbliche o private per l'ammodernamento e potenziamento dell'esistente; dall'altro la spesa che la collettività deve sostenere annualmente per la gestione e manutenzione delle nuove lottizzazioni si riversa integralmente, e per sempre, su tutti i cittadini in termini di maggiore imposizione fiscale.

Al contrario, se la stessa quantità di nuovi residenti viene collocata con operazioni di densificazione nel centro urbano, diminuiscono i costi fissi per i cittadini di quel comune, stante la mancata dilatazione dei servizi pubblici.

E' in questa dimensione complessa che il PRG dell'energia, proprio per la conoscenza della situazione attuale dei consumi energetici e delle prospettive sulla loro riduzione, assume un'importanza strategica sia per gli aspetti tecnici più puntuali sia per quelli di prospettiva futura.

Capitolo 7

Alcuni numeri per concludere

Nel presente capitolo vengono riportati alcuni dei dati ritenuti più significativi per descrivere e organizzare la dimensione della “questione” energetica della città di Faenza e dei suoi edifici.

Consumo energetico annuo in energia primaria per il Comune di Faenza¹ di tutti i settori merceologici²:

- **323.352** tonnellate equivalenti di petrolio (TEP).

*Pari a una quantità di petrolio trasportata da una **colonna di 10.500 autoarticolati**, per una lunghezza complessiva di 173 km (Faenza – Fidenza-PR).*

Emissioni annue di CO₂ equivalente per il Comune di Faenza³:

- **377.091** tonnellate CO₂ equivalente (tonCO_{2eq}) equivalenti a **6,48 tonCO_{2eq}/abitante**

*L'equivalente di quanto assorbe una **dotazione di 278 alberi di alto fusto** per ciascun **abitante**.*

Non considerando il contributo di neutralizzazione della produzione elettrica attuata dai grandi impianti a biomassa le emissioni totale ammontano invece a:

- **511.486** tonnellate CO₂ equivalente (tonCO_{2eq}) equivalenti a **8,79 tonCO_{2eq}/abitante (382 alberi/ab.)**

Produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili⁴:

Faenza produce più energia elettrica da fonti rinnovabili rispetto ai consumi.

- Energia elettrica prodotta = **361.255** MWhe/anno, equivalenti a **6,1** MWhe/abitante
- Energia elettrica necessaria = **259.596** MWhe/anno, equivalenti a **4,4** MWhe/abitante
- Energia elettrica in *surplus* = **101.659** MWhe/anno

Pari all'energia elettrica virtualmente necessaria per alimentare le utenze elettriche domestiche di 30.000 famiglie corrispondenti ai Comuni di Solarolo, Castel Bolognese, Riolo Terme, Casola Valsenio, Brisighella, Russi e Lugo (circa 76.000 abitanti).

¹ Fonte: Cap. 4.1 “Bilancio energetico generale del Comune di Faenza” (dato reale)

² Residenziale, Industriale AT-MT, Terziario-Industriale BT, Illuminazione pubblica, Trasporti.

³ Fonte: Cap. 4.1 “Bilancio energetico generale del Comune di Faenza” (dato reale)

⁴ Fonte: Cap. 4.1 “Bilancio energetico generale del Comune di Faenza” (dato reale)

Consumo energetico annuo in energia primaria del solo comparto edifici⁵:

Il 32% dei consumi energetici complessivi appartiene agli edifici.

- $323.352 \times 32\% = 104.365$ tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) per il comparto edifici.

*Pari a una quantità di petrolio trasportata da una **colonna di 3.480 autoarticolati**, per una lunghezza complessiva di 57 Km (Faenza – Rimini)*

- di cui **72.049** TEP per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria.

Emissioni annue di CO₂ equivalente del solo comparto edifici (dati reali):

Il 55% delle emissioni di CO₂ complessive appartiene agli edifici.

- **280.012** tonnellate CO₂ equivalente (tonCO_{2eq}) equivalenti a **4,8 tonCO_{2eq}/abitante**

*L'equivalente di quanto assorbe una **dotazione di 209 alberi di alto fusto** per ciascun **abitante**.*

Confronto con l'obiettivo europeo di contenimento delle emissioni di CO₂ al 2020 (-20% rispetto ai valori inventariati nel 2005) per il comparto edifici:

-20% rispetto a 267.820 tonCO_{2eq} (2005)⁶ = **214.256 tonCO_{2eq}**

-20% rispetto a 4,8 tonCO_{2eq}/abitante = **3,5 tonCO_{2eq}/abitante** (considerata la variazione di popolazione)

Massimo e minimo fabbisogno di energia per epoca di costruzione⁷:

Il maggiore fabbisogno di energia primaria per unità di superficie (m²) per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria si riscontra nel **patrimonio edilizio costruito fra il 1920-1945** con un Indice di prestazione energetica **Ep_{tot} medio pari a 260 KWh/m²anno**, seguito dal patrimonio edilizio costruito **prima del 1919** con un Indice di prestazione energetica **Ep_{tot} medio pari a 255 KWh/m²anno**. Il **minor fabbisogno** si riscontra per gli edifici costruiti dopo il 2008 con un **Ep_{tot} medio pari a 60 KWh/m²anno**.

Classe energetica più ricorrente⁸:

La maggior parte degli edifici del centro urbano di Faenza è in **classe G** con consumi maggiori di **210 KWh/m²anno: 5.853 edifici pari al 68% del totale (8.560 edifici)**

⁵ Fonte: Cap. 4.1 "Bilancio energetico generale del Comune di Faenza" (dato reale)

⁶ Emissioni inventariate al 2005, anno di *base line* del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), il documento di pianificazione finalizzato alla promozione dell'efficienza energetica e all'uso di energia da fonti rinnovabili in attuazione al "Patto dei Sindaci".

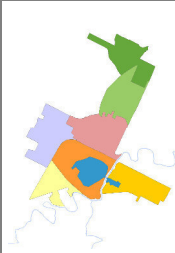
⁷ Fonte: Cap. 4.2 "Censimento e mappatura energetica degli edifici urbani" (dato stimato dal "modello edifici")

⁸ Fonte: Cap. 4.2 "Censimento e mappatura energetica degli edifici urbani" (dato stimato dal "modello edifici")

Consumo medio degli edifici residenziali⁹:

L'Indice di prestazione energetica Ep_{tot} degli edifici residenziali è approssimativamente pari a Ep_{tot} medio 228 kWh/m²anno.

Per una conoscenza energetica orientativa dei Macro Bacini Energetici Urbani (MBEU)¹⁰

	Dimensioni	N. edifici ¹¹	Sup. Utile	Fabbisogno energetico complessivo	Indice di fabbisogno energetico medio	Consumi energetici ¹²	Emissioni di CO ₂	Emissioni di CO ₂ /ab. ¹³
	Ha	n°	mq	MWh/anno	kWh/m ² anno	TEP/anno	TonCO _{2eq}	TonCO _{2eq} /ab
Centro Storico	101	2.118	1.459.772	369.174	365	25.913	69.524	7,49
Borgo Durbecco	188	1.141	603.905	110.417	26	8.525	22.873	3,07
Periferia Storica	191	2.053	1.070.035	217.164	74	15.991	42.904	3,27
Periferia Sud	124	880	498.781	83.133	25	6.384	17.127	2,77
Periferia Nord	235	1.406	1.347.391	174.778	46	13.781	36.975	7,69
Periferia Ponente	191	499	741.828	86.925	113	6.739	18.082	14,77
Naviglio	190	130	664.689	47.024	67	4.044	10.850	98,64
Ingresso Nord	196	114	599.875	51.631	59	4.421	11.863	111,91
TOTALE	1.417	8.341	6.986.277	1.140.246	/	85.798	230.197	/

Nel centro storico si registrano le maggiori emissioni di CO₂ e il maggior consumo energetico. La periferia sud invece è quella con minori emissioni di CO₂ per abitante.

⁹ Fonte: Cap. 4.2 "Censimento e mappatura energetica degli edifici urbani" (dato stimato dal "modello edifici")

¹⁰ Fonte: Cap. 4.2 – 4.3 "Censimento e mappatura energetica degli edifici urbani" e "Zoning dei consumi energetici urbani" (dato stimato dal "modello edifici" per aggregazione, riferito al solo territorio urbano di Faenza e per il solo riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria – no energia elettrica).

¹¹ il numero degli edifici del centro urbano di Faenza sono complessivamente 8.560, ma l'attività di zoning dei consumi energetici dei MBEU e BEU ha ritenuto non analizzare alcuni ambiti specialistici (ferrovia, parco Bucci, Graziola ecc.) in cui però sono presenti edifici destinati prevalentemente a servizi.

¹² il consumo medio degli edifici ricavato dal censimento energetico (85.798 TEP) differisce dal consumo del comparto edifici per riscaldamento e acqua calda sanitaria ricavato dal bilancio energetico generale 2010 (72.049 TEP) a causa delle inevitabili approssimazioni del modello edifici ampiamente descritte al capitolo 4.2.

¹³ I Macro Bacini Energetici Periferia Ponente, Naviglio, Ingresso Nord sono ambiti a prevalente destinazione produttiva pertanto presentano una bassa densità insediativa che altera il valore rapportato all'abitante.

Scenari di miglioramento energetico¹⁴:

1_Scenario di miglioramento energetico al 2020 del comparto edifici (gas naturale ed energia elettrica) con l'attuale trend normativo (Scenario Business as Usual):

Attuale	Previsti	Obiettivo
2010 consumi edifici	2020 consumo edifici	valore 2020 (-20%)
104.365 TEP	96.349 TEP	83.492 TEP
2010 emissioni CO₂ edifici	2020 emissioni CO₂ edifici	valore obiettivo 2020 (-20%)
280.012 tonCO ₂ eq	258.503 tonCO ₂ eq	214.256 tonCO ₂ eq

2_Scenario di miglioramento energetico al 2020 del comparto edifici (gas naturale ed energia elettrica) con il miglioramento dell'attuale trend (Scenario migliorato con azioni urbanistico- edilizie e azioni dirette dell'Amministrazione) – IPOTESI A.1-A.2

Attuale	Previsti	Obiettivo
2010 consumi edifici	2020 consumo edifici	valore obiettivo 2020 (-20%)
104.365 TEP	92.826 TEP	83.492 TEP
2010 emissioni CO₂ edifici	2020 emissioni CO₂ edifici	valore obiettivo 2020 (-20%)
280.012 tonCO ₂ eq	249.029 tonCO ₂ eq	214.256 tonCO ₂ eq

3_Scenario di miglioramento energetico al 2020 del comparto edifici (gas naturale ed energia elettrica) con il forte miglioramento dell'attuale trend (Scenario migliorato con azioni fiscali) – IPOTESI A.3

Attuale	Previsti	Obiettivo
2010 consumi edifici	2020 consumo edifici	valore obiettivo 2020 (-20%)
104.365 TEP	79.978 TEP	83.492 TEP (-20%)
2010 emissioni CO₂ edifici	2020 emissioni CO₂ edifici	valore obiettivo 2020 (-20%)
280.012 tonCO ₂ eq	214.558 tonCO ₂ eq	214.256 tonCO ₂ eq

Cosa significa per la città di Faenza ridurre del 20% i consumi energetici del comparto edifici (scenario 3)

La CO₂ passa da **4,8 tonCO₂eq/abitante** a **3,5 tonCO₂eq/abitante**

L'equivalente di una dotazione di 56 alberi ad alto fusto per abitante

I consumi energetici degli edifici passano da **1,8 TEP/abitante** a **1,33 TEP/abitante**

L'equivalente di un risparmio annuo/abitante di circa € 500

¹⁴ Fonte: Cap. 4.1 "Bilancio energetico generale del Comune di Faenza" per quanto attiene lo stato di fatto dei consumi energetici e i valori obiettivo al 2020; i valori di consumo e di emissioni "Previsti" sono dati stimati secondo gli scenari delineati al Cap. 5 "Scenari di miglioramento urbano". Tutti gli scenari comprendono i valori di consumo e di emissione per il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria e l'energia elettrica.

Quanto spendono i cittadini?¹⁵

La stima del **costo aggiuntivo per abitante** per la riduzione di emissioni del solo comparto edifici (considerando una popolazione di 62.000 ab.) rispetto allo scenario 1 "Business as Usual" è il seguente:

Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
-	89 €/abitante	412 €/abitante

In quanto tempo si ammortizzano i costi degli interventi di risparmio energetico?

Le attività di miglioramento dell'efficienza energetica in ambito residenziale presentano tempi di rientro differenti a seconda della tipologia di intervento considerato. Considerando un mix medio l'ammortamento del costo degli interventi avverrà in un periodo medio di circa 18 anni se basati sul solo risparmio energetico, che si riduce a 8,3 anni considerando il ricorso alle detrazioni fiscali del 55%.

Indice prestazione energetica residenziale attuale: 228 kWh/m²anno

Indice prestazione energetica **Scenario 1 (2020): 203 kWh/m²anno**

Indice prestazione energetica **Scenario 2 (2020): 191 kWh/m²anno**

Indice prestazione energetica **Scenario 3 (2020): 150 kWh/m²anno**

¹⁵ Fonte dati: Enea