



**fondazione
cariplo**



Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile

Comune di Albiate

BASELINE EMISSION INVENTORY

Codice	AI-C1-11E041-11-02
Versione	02
Committente	Comune di Albiate
Stato del documento	Definitivo
Autore	f. Iodice
Revisione	r. pasinetti
Approvazione	r. pasinetti

Novembre 2011

AMBIENTEITALIA

Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile di Albiate
Baseline Emission Inventory

AMBIENTEITALIA

Sommario

1	Premessa metodologica	5
2	Gli assetti socio-economici del territorio	9
2.1	L'evoluzione della popolazione e delle famiglie	9
3	L'evoluzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO ₂	17
3.1	Il bilancio energetico comunale dei consumi	17
3.2	La produzione di energia	21
3.3	Il bilancio delle emissioni	23
3.3.1	I fattori di emissione al consumo della CO ₂	23
3.3.2	Il bilancio delle emissioni di CO ₂	25
4	Il settore residenziale	30
4.1	I dati di bilancio	30
4.2	L'analisi dei consumi termici	33
4.2.1	I fabbricati residenziali	33
4.2.2	Le unità abitative	36
4.2.3	Le isole censuarie	43
4.2.4	Le condizioni climatiche locali	45
4.2.5	I parametri termofisici per il calcolo del fabbisogno dell'involucro	49
4.2.6	Gli impianti termici	50
4.2.7	Il carico termico totale per il riscaldamento	56
4.3	Gli usi elettrici nel settore residenziale	62
5	Il settore terziario	70
5.1	I dati di bilancio	70
5.2	Gli edifici pubblici	73
5.3	L'illuminazione pubblica comunale	75
5.4	L'illuminazione votiva	77
6	Il settore dei trasporti	79
6.1	I dati di bilancio	79
6.2	Il parco veicolare	82
6.3	Il modello di simulazione dei principali flussi di traffico	93
6.3.1	I criteri di costruzione del modello di simulazione	93
6.3.2	Gli accessi e le principali polarità	93
6.3.3	I flussi di spostamento	95

1 PREMESSA METODOLOGICA

Nel corso degli ultimi anni le problematiche relative alla gestione delle risorse energetiche stanno assumendo una posizione centrale nel contesto dello sviluppo sostenibile: sia perché l'energia è una componente essenziale dello sviluppo e sia perché i sistemi di produzione energetica maggiormente diffusi risultano ad oggi portatori della quota maggiore di responsabilità nei confronti della instabilità climatica. Infatti, i gas climalteranti sono, ormai, considerati un indicatore di impatto ambientale dei sistemi di trasformazione ed uso dell'energia ai vari livelli (globale, nazionale, regionale e locale).

Per queste ragioni, in generale, nell'ambito delle politiche energetiche vi è consenso sul fatto di andare verso un sistema energetico maggiormente sostenibile rispetto agli assetti attuali attraverso tre principali direzioni di attività:

- maggiore efficienza e razionalizzazione dei consumi;
- modalità innovative, più pulite e più efficienti di produzione e trasformazione dell'energia
- ricorso sempre più ampio alla produzione di energia da fonte rinnovabile.

La spinta verso modelli di sostenibilità nella gestione energetica si contestualizza in una fase in cui lo stesso modo di costruire politiche energetiche si sta evolvendo sia a livello internazionale che ai vari livelli governativi sotto ordinati.

In questo contesto si inserisce la strategia integrata in materia di energia e cambiamenti climatici, adottata definitivamente dal Parlamento europeo e dai vari stati membri il 6 aprile 2009 e che fissa obiettivi ambiziosi al 2020. L'obiettivo fondamentale delle scelte messe in atto dalla Commissione europea è quello, al seguito della Pianificazione di Kyoto, di indirizzare l'Europa verso un futuro sostenibile, attraverso lo sviluppo di un'economia basata su basse emissioni di CO₂ ed elevata efficienza energetica.

Le scelte della Commissione europea si declinano in tre principali obiettivi:

- ridurre i gas di serra del 20 %
- ridurre i consumi energetici del 20 % attraverso un incremento dell'efficienza energetica
- soddisfare il 20 % del fabbisogno di energia mediante la produzione da fonti rinnovabili.

L'Europa declina quest'ultimo obiettivo a livello nazionale, assegnando ai vari stati membri una quota obiettivo energia, prodotta da fonte rinnovabile e calcolata sul consumo finale di energia al 2020. La quota identificata per l'Italia è pari al 17 %, contro il 5,2 % calcolato come stato di fatto al 2005. L'11 giugno 2010 l'Italia ha adottato un "Piano Nazionale d'Azione per le rinnovabili" che contiene le modalità che s'intendono perseguire per il raggiungimento dell'obiettivo al 2020.

Come già al Tavolo di Kyoto anche nel Pacchetto clima-energia trova declinazione, a livello nazionale, l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. All'Italia è assegnato per il 2020 un obiettivo di riduzione delle emissioni pari al -13 %, rispetto ai livelli di emissione del 2005.

Gli stringenti obiettivi di Bruxelles pianificano un capovolgimento degli assetti energetici internazionali contemplando per gli stati membri dell'Unione Europea la necessità di una crescente "dipendenza" dalle fonti rinnovabili e obbligando ad una profonda ristrutturazione delle politiche nazionali e locali nella direzione di un modello di generazione distribuita che modifica profondamente anche il rapporto fra energia, territorio, natura, assetti urbani.

L'Italia non mette oggi la prima pietra in termini di trasformazione delle politiche locali: sono tanti i comuni autonomi da un punto di vista termico ed elettrico ed anche alcune Regioni hanno già intrapreso la via di una corretta pianificazione godendo già dei vantaggi sia in termini di risparmio economico in bolletta, che di maggiore qualità dell'aria, che di nuovi posti di lavoro e prospettive di ricerca derivanti dall'adozione di questa nuova tipologia di economia.

Sono ancora però la più parte gli ambiti in cui le modalità di ragionare sull'energia risultano ferme di qualche secolo basandosi su MW installati per impianto. Ma non è più questa la chiave di lettura adeguata in un modello energetico che a livello internazionale vuole avvicinare la domanda di energia alla sua produzione più efficiente trasformando assetti e politiche urbane ormai ferme da alcuni anni. Chiamare in causa le politiche urbane vuol dire riempire di pannelli solari i tetti delle città integrando la produzione di calore ed elettricità con gli impianti da FER, con la cogenerazione, con le reti di teleriscaldamento. È necessario definire strategie che a livello locale integrino le rinnovabili nel tessuto urbano, industriale, agricolo.

In questo senso è strategica la riconversione del settore delle costruzioni per ridurre i consumi energetici e le emissioni di gas di serra: occorre unire programmi di riqualificazione dell'edificato esistente e di cogenza stretta per il nuovo costruito ad una diffusione di fonti rinnovabili sugli edifici capaci di soddisfare almeno in parte il fabbisogno delle utenze, decrementandone la bolletta energetica. È evidente la portata in termini di opportunità di questo nuovo modo di pensare il rapporto fra energia e territorio, la qualità e sostenibilità delle trasformazioni urbanistiche.

È quindi necessario per i Comuni valutare attraverso quali azioni e strumenti le funzioni di un Ente Locale possano esplicitarsi e dimostrarsi incisive nel momento di orientare e selezionare le scelte in campo energetico sul proprio territorio.

In questo contesto si inserisce l'iniziativa "Patto dei sindaci" promossa dalla Commissione Europea e mirata a coinvolgere le città europee nel percorso verso la sostenibilità energetica ed ambientale. Questa iniziativa, di tipo volontario, impegna le città aderenti a predisporre piani d'azione (PAES – Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile) finalizzati a ridurre di oltre il 20 % le proprie emissioni di gas serra attraverso politiche locali che migliorino l'efficienza energetica, aumentino il ricorso alle fonti di energia rinnovabile e stimolino il risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia.

La redazione del P.A.E.S. per il Comune di Albiate si pone dunque come obiettivo generale quello di individuare il mix ottimale di azioni e strumenti in grado di garantire:

- lo sviluppo di un sistema energetico efficiente e sostenibile che dia priorità al risparmio energetico e alle fonti rinnovabili come strumenti per la riduzione dei

consumi di fonti fossili e delle emissioni di CO₂ e come strumenti per una maggiore tutela ambientale;

- lo sviluppo di un sistema energetico efficiente e sostenibile che risulti coerente con le principali variabili socio-economiche e territoriali locali.

L'obiettivo trasversale a tutta l'azione è quello di ridurre consumi ed emissioni, in linea con gli obiettivi della Commissione Europea e incrementare la quota di energia prodotta da fonte rinnovabile.

Il presente strumento si basa su un approccio integrato in grado di mettere in evidenza la necessità di progettare le attività sul lato dell'offerta di energia in funzione della domanda di energia, presente e futura, dopo aver dato a quest'ultima una forma di razionalità che ne riduca la dimensione.

Le attività messe in atto per la redazione di questo documento seguono le linee guida preparate dal Joint Research Centre (J.R.C.) per conto della Commissione Europea.

Gli obiettivi specifici che il Comune si è posto, in sede di redazione di questa parte del documenti di PAES, sono schematizzabili in:

- analisi energetico-ambientale del territorio e delle attività che insistono su di esso, tramite ricostruzione del bilancio energetico e predisposizione inventario delle emissioni di gas serra e altri inquinanti. L'approccio metodologico che è stato seguito può essere sinteticamente riassunto nei punti seguenti:
 - quantificazione dei flussi di energia e ricostruzione della loro evoluzione temporale (se disponibili dati in serie storica), della loro distribuzione fra i diversi vettori energetici, settori di impiego e usi finali;
 - analisi della produzione locale di energia per impianti di potenza inferiore a 20 MW e comunque non inclusi nel sistema ETS;
 - ricostruzione dell'assetto delle emissioni di gas di serra associate al sistema energetico locale.

La strategia di analisi e simulazione messa in atto ha il vantaggio, attraverso un approccio multiplo (top-down e bottom-up), da un lato di validare i risultati di bilancio con maggiore sicurezza e, dall'altro, di consentire la simulazione e valutazione degli interventi di risparmio calibrati quantitativamente.

Questa parte del documento di PAES è dedicato alla ricostruzione della baseline di partenza, aggiornata al 2009.

Scopo di questa prima fase di analisi è la conoscenza e descrizione approfondita del sistema energetico locale e cioè della struttura della domanda e dell'offerta di energia sul territorio del Comune. Tale analisi rappresenta un importante strumento di supporto operativo per la pianificazione energetica, non limitandosi a "fotografare" la situazione attuale, ma fornendo strumenti analitici e interpretativi della situazione energetica, della sua configurazione a livello territoriale e a livello settoriale. Da ciò deriva la possibilità di indirizzare opportunamente le nuove azioni e le nuove iniziative finalizzate all'incremento della sostenibilità del sistema energetico nel suo complesso.

L'analisi del sistema energetico ha inizio dalla ricostruzione del bilancio energetico e della sua evoluzione temporale, procedendo secondo un approccio di tipo top - down, cioè a partire da dati aggregati.

Il primo passo per la definizione del bilancio energetico consiste nella predisposizione di una banca dati relativa ai consumi o alle vendite dei diversi vettori energetici, con una suddivisione in base alle aree di consumo finale e per i diversi vettori energetici statisticamente rilevabili.

Il livello di dettaglio realizzato per questa prima analisi riguarda tutti i vettori energetici utilizzati e i settori di impiego finale: usi civili (residenziale e terziario), industria, agricoltura e trasporti. In bilancio l'Amministrazione ha deciso di non includere il settore produttivo pur conservando in questo documento i dati finali di consumo del settore per completezza dell'analisi.

Gli approfondimenti sul lato dell'offerta di energia riguardano lo studio delle modalità attraverso le quali il settore energetico garantisce l'approvvigionamento dei diversi vettori sul mercato. Si tratta, in sintesi, di individuare il mix di fonti primarie attualmente utilizzate, sia per quanto riguarda le fonti fossili sia per le fonti rinnovabili. Si acquisiscono ed elaborano informazioni riguardanti gli impianti di produzione/trasformazione di energia presenti sul territorio comunale considerando le tipologie impiantistiche, la potenza installata, il tipo e la quantità di fonti primarie utilizzate, ecc. Tale valutazione avviene anche in relazione a ciò che succede fuori dal territorio del Comune, ma da questo determinato, applicando un principio di responsabilità.

2 GLI ASSETTI SOCIO-ECONOMICI DEL TERRITORIO

L'analisi di alcuni indicatori di contesto, legati in maniera preponderante agli assetti demografici di un territorio, risulta necessaria al fine di poter leggere ed interpretare correttamente gli andamenti dei consumi energetici, comprendendone le cause specifiche. In questo senso, nelle prossime pagine, attraverso un'analisi prevalentemente statistica, saranno descritti alcuni indicatori di inquadramento generale del territorio legati ai residenti, all'aggregazione dei nuclei familiari, fino ad analisi più specifiche sugli andamenti delle nuove costruzioni e sullo sviluppo urbano (descritti nel capitolo dedicato all'edilizia residenziale). Gli indicatori selezionati, in modo diretto o indiretto, risultano correlati all'andamento dei consumi energetici, in particolar modo del settore residenziale ma anche in relazione alla domanda di servizi da parte del Comune.

2.1 L'evoluzione della popolazione e delle famiglie

L'evoluzione della popolazione è descritta a partire dal 1982 (sulla base della disponibilità dei dati elaborati da Istat nei suoi vari censimenti e nelle ricostruzioni intercensuarie) fino al 2009, avendo come riferimento la popolazione al 1° gennaio di ogni anno.

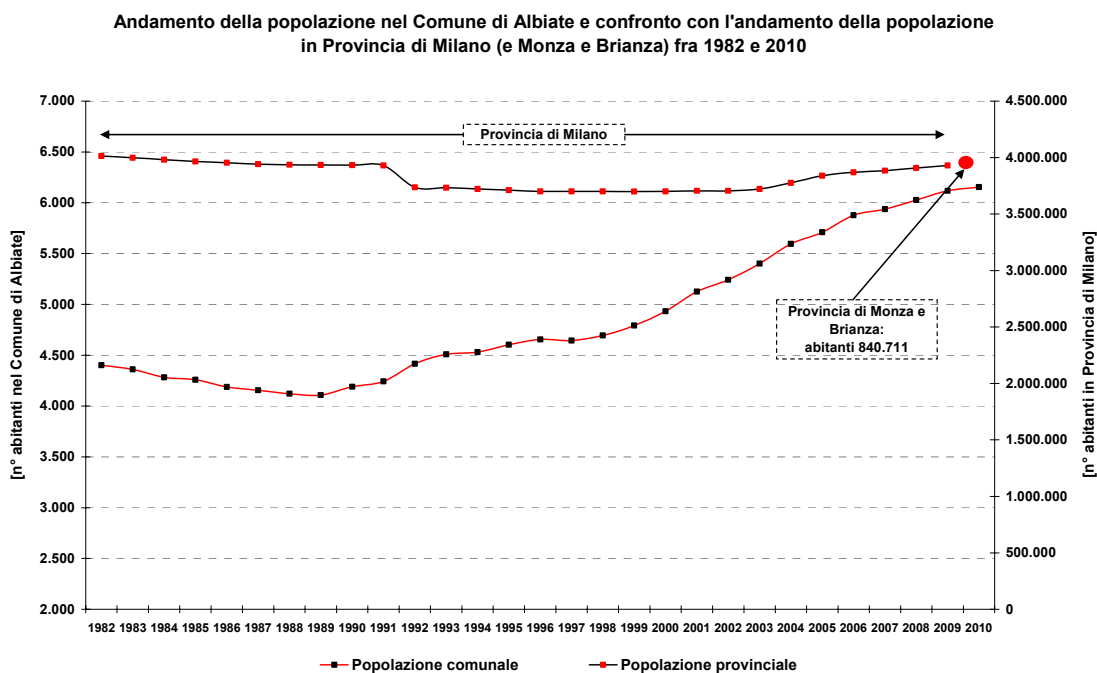


Grafico 2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Come evidenziato dal Grafico 2.1, la popolazione comunale, nel corso del ventennio analizzato, si registra complessivamente in crescita: in una prima fase decresce di circa 300 unità (1982 – 1989) e successivamente cresce costantemente fino a raggiungere nel 2010 6.153 unità. In serie storica si evidenzia una crescita complessiva della popolazione al 2009 rispetto al 1982 pari a circa 1.752 unità: infatti, nel 1982 nel

Comune di Albiate si registravano 4.401 abitanti, in base alle statistiche disponibili. Il picco più basso di popolazione è attestato nel 1989, anno in cui si raggiungono 4.109 abitanti, pari al 7 % circa in meno rispetto al 1982 (in valore assoluto 293 unità in meno fra 1982 e 1998). La ripresa visibile nelle annualità successive evidenzia una crescita, rispetto al picco minimo, del 50 % circa (pari a 2.045 unità in più nel 2010 rispetto al 1989). E' utile sottolineare che la decrescita e la successiva ripresa della popolazione, nel corso delle annualità descritte, evidenziano velocità differenti: se la fase di calo della popolazione risulta più lenta e costate (293 unità in 7 anni), la ripresa risulta molto più marcata (2.045 unità in più in 21 anni).

Il confronto con gli andamenti della popolazione provinciale evidenzia una curva differente in termini di andamento. Va precisato, per chiarezza di lettura del grafico precedente, che la popolazione provinciale è descritta da Istat considerando fino al 2009 solo la Provincia di Milano e introducendo le statistiche provinciali di Monza e Brianza a partire dall'annualità 2010. Dato il cambio di provincia frapposto alla serie storica risulta complesso analizzare le coerenze in termini di andamento, anche perché sulla Provincia di Milano pesa notevolmente la popolazione milanese e quella del Comune di Albiate non ha incidenza leggibile. In tutti i casi la popolazione della Provincia di Milano risulta particolarmente equilibrata nel corso degli anni, con minime variazioni di poca rilevanza.

In particolare:

- fra 1982 e 1989 la popolazione comunale decresce del 7 % e quella provinciale si decrementa di poco meno del 2 %;
- fra 1989 e 2009 (ultima annualità in cui il Comune di Albiate è riconosciuto dai dati Istat come parte della Provincia di Milano) la popolazione comunale cresce del 50 % circa e quella provinciale resta sostanzialmente invariata.

Percentualmente nel 1982 la popolazione comunale di Albiate incideva sulla popolazione complessiva della Provincia di Milano in quota percentuale pari allo 0,1 %. Nel 2009 il peso percentuale, sempre sulla Provincia di Milano s'incrementa fino allo 0,15 %. Nel 2010 (annualità in cui nelle statistiche Istat viene considerata per la prima volta la Provincia di Monza e Brianza) il peso percentuale del Comune di Albiate rispetto alla popolazione provinciale complessiva ammonta allo 0,7 % circa.

A livello medio annuale, nel corso degli anni oggetto di analisi, la crescita risulta pari all'1,2 % annuo rispetto all'anno precedente a livello comunale.

Il Grafico seguente descrive l'andamento nel corso delle varie annualità della crescita o decrescita percentuale annua della popolazione nel Comune di Albiate e in Provincia di Milano. La netta decrescita leggibile nel 1992 a livello provinciale va attribuita a correttivi che in fase di censimento sono, in genere, apportati alla popolazione.

Riduzione o incrementi percentuali della popolazione ad Albiate e in provincia di Milano fra 1983 e 2010 rispetto all'anno precedente

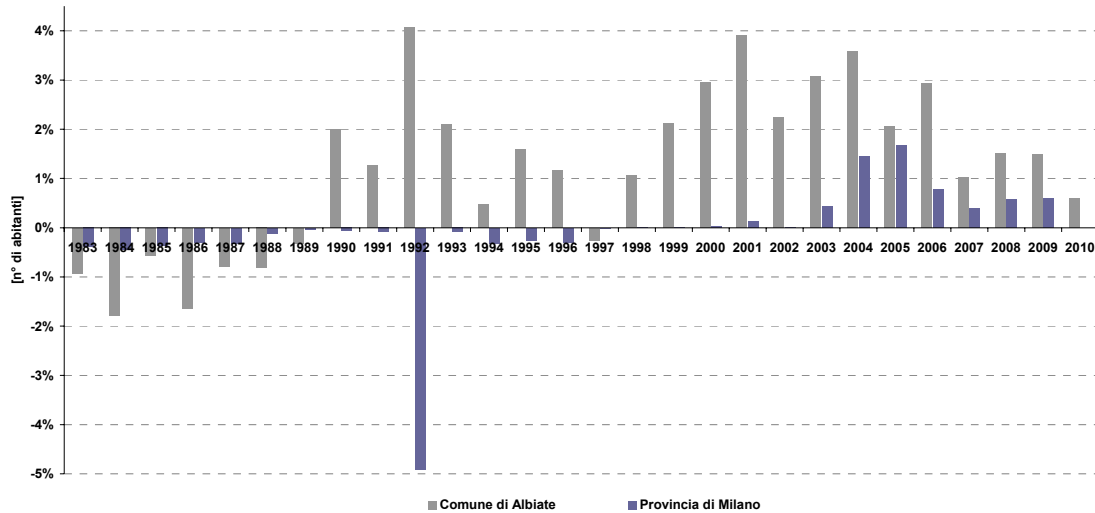


Grafico 2.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Confronto fra l'andamento della popolazione residente ad Albiate e il numero di famiglie

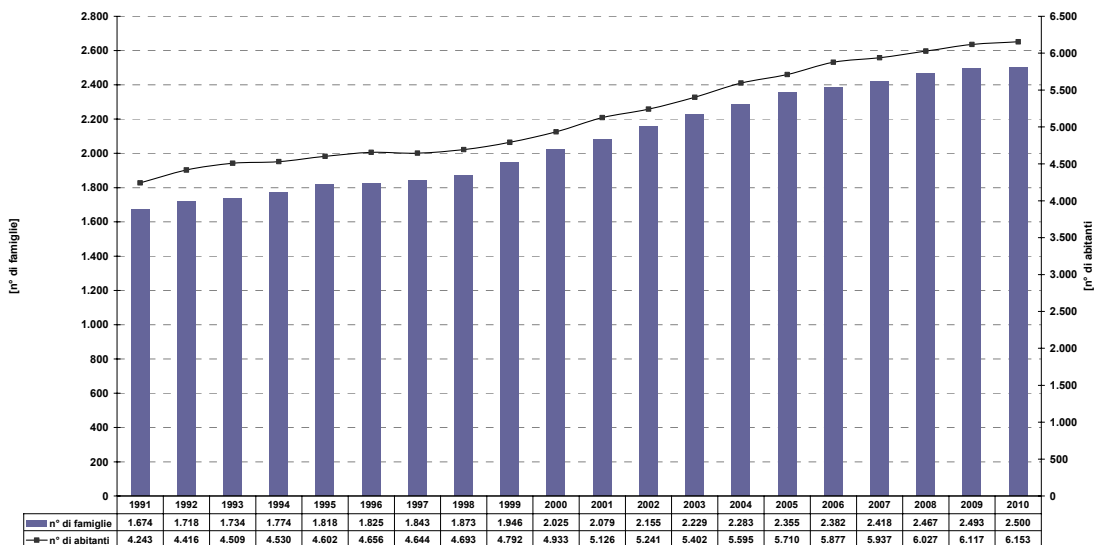


Grafico 2.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

I nuclei familiari che nel 2010 risultano registrati nel Comune di Albiate, in base alle statistiche comunali, risultano pari a 2.500. Fra 1991 (primo anno disponibile per la statistica anagrafica comunale) e 2010 sono circa 826 le famiglie in più (nel 1991 erano 1.674 le famiglie residenti), facendo registrare una crescita complessiva dei nuclei familiari pari al + 50 % circa. Il Grafico 2.3 riporta l'andamento delle famiglie registrate nel Comune di Albiate.

Emergono chiaramente alcuni dati rilevati:

- si può ritenere che l'andamento dei due indicatori risulti complessivamente omogeneo (le curve risultano confrontabili);
- la tendenza alla crescita dei nuclei familiari è costante su tutte le annualità analizzate;
- il tasso maggiore di crescita annua dei nuclei familiari è registrato fra il 1999 e 2005;
- tassi di crescita più lenti si registrano invece nelle altre annualità.

I due grafici che seguono disaggregano i nuclei familiari per numero di componenti registrati rispettivamente nel 2001 e nel 1991.

Percentualmente fra il 1991 e il 2001:

- i nuclei mono-componente crescono di 157 unità (con un incremento dell'incidenza percentuale del 4 %);
- i nuclei bi-componente crescono di 171 unità (con un incremento dell'incidenza percentuale del 3 %);
- i nuclei da 3 componenti si riducono di 100 unità (senza modifiche percentuali dell'incidenza);
- i nuclei da 4 componenti si riducono di 30 unità (con un decremento dell'incidenza percentuale del 3 %);
- i nuclei da 5 unità decrescono di 2 unità (con un decremento dell'incidenza percentuale dell'1 %);
- e i nuclei da 6 o più unità decrescono di 54 unità (con un decremento dell'incidenza percentuale del 3 %).

Disaggregazione percentuale delle famiglie per numero di componenti del nucleo familiare, nel 2001

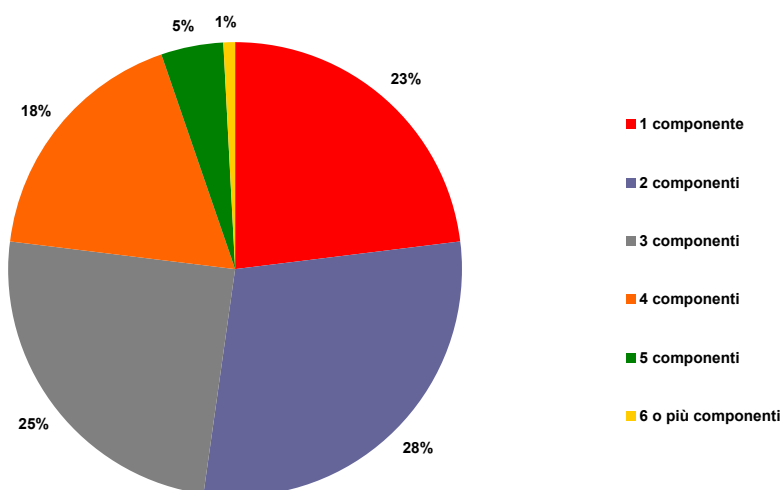


Grafico 2.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Disaggregazione percentuale delle famiglie per numero di componenti del nucleo familiare, nel 1991

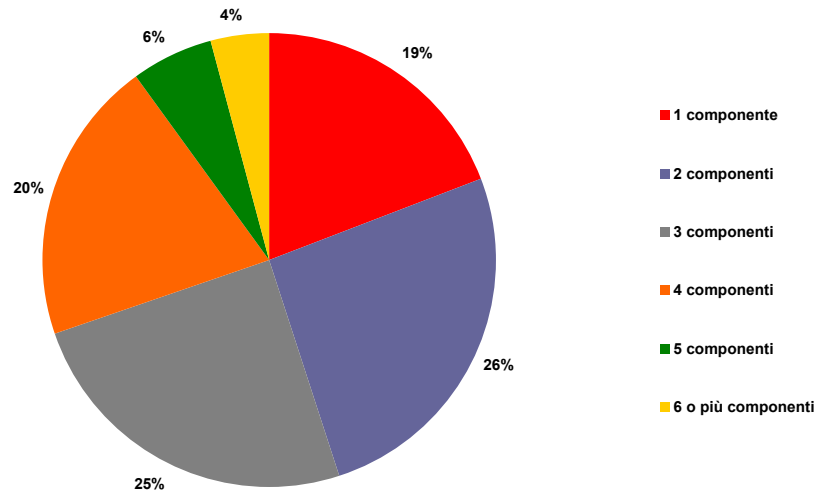


Grafico 2.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

In valore assoluti, fra 1991 e 2001, si registra una crescita notevole di quasi tutte le categorie di nucleo familiare come descritto dal grafico che segue; restano pressoché invariati i nuclei da 5 componenti e si decrementano solo quelli da 6 componenti.

Numero di famiglie per numero di componenti del nucleo familiare

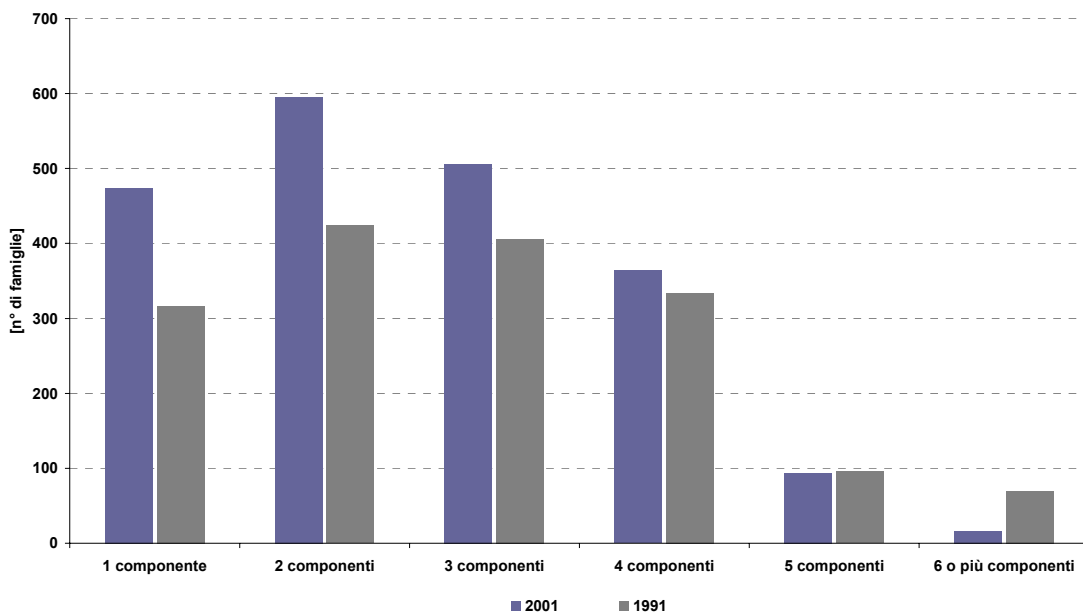


Grafico 2.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Complessivamente le famiglie residenti ad Albiate passano da 1.647 a 2.049 (+ 20 % circa). Si può ritenere complessivamente equilibrata la struttura dei nuclei familiari registrata nel Comune di Albiate, con una leggera maggiore incidenza dei bi-componente rispetto a quelli da 1 a 4 componenti.

Il nucleo familiare medio è costituito, nel 2009, da circa 2,45 componenti e nel corso degli anni la tendenza è verso una costante lenta decrescita (il picco più alto è registrato nel 1993 con 2,6 componenti medi). Chiaramente, l'andamento di questo indicatore è direttamente correlato a quanto descritto nelle torte riportate ai grafici precedenti.

Numero medio di componenti del nucleo familiare residente ad Albiate fra 1990 e 2010

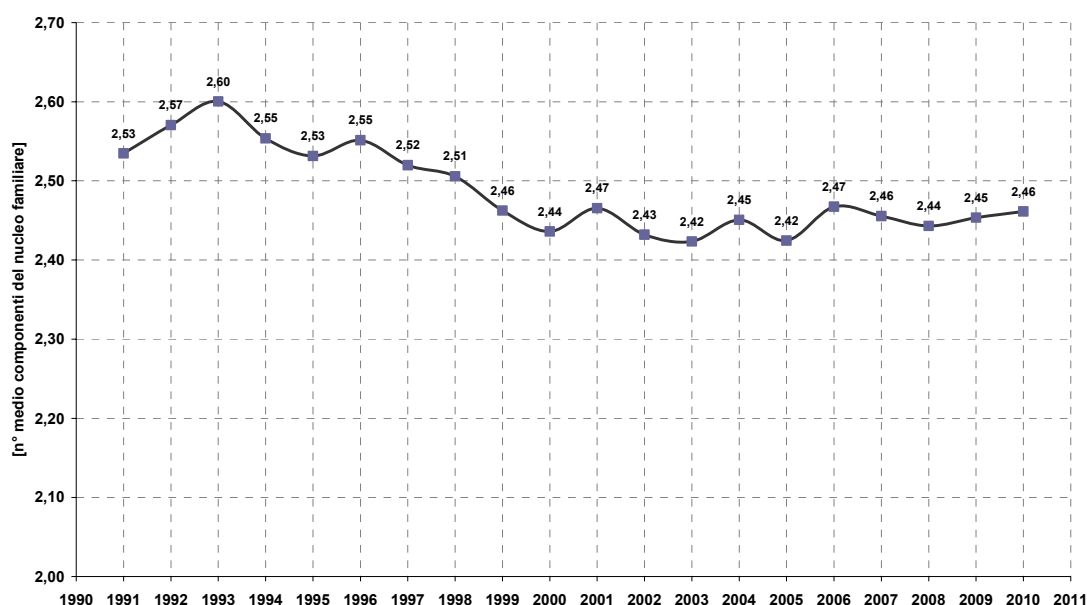


Grafico 2.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

È importante correlare questi dati di carattere prettamente demografico sia all'evoluzione dei consumi energetici quanto alla richiesta di nuove abitazioni. Infatti, anche eventualmente a fronte di un andamento costante degli assetti demografici, la riduzione del numero medio di componenti del nucleo familiare, implica un incremento delle superfici abitate e una richiesta di nuove abitazioni di piccole-medie dimensioni oltre che significare un incremento dei consumi energetici, con stili di consumo e di permanenza nell'abitazione spesso totalmente differenti rispetto alle modalità consuete in passato.

Nei capitoli successivi, i dati riportati in questo paragrafo saranno più volte ripresi e correlati con analisi a carattere prettamente energetico.

Il Grafico 2.8 che segue, infine, riporta la disaggregazione della popolazione registrata al 1° gennaio 2010 nel Comune di Albiate, per età dei residenti. Anche questa analisi risulta fondamentale per interpretare sia i dati di riduzione del nucleo familiare medio sia per valutare i potenziali di intervento da parte dei residenti. Una popolazione particolarmente anziana, infatti, in generale può essere intesa come potenzialmente meno interessata, più lenta, in relazione ai temi del retrofit energetico, per esempio, della

propria abitazione, piuttosto che dell'autovettura che utilizza o degli elettrodomestici che ha in casa.

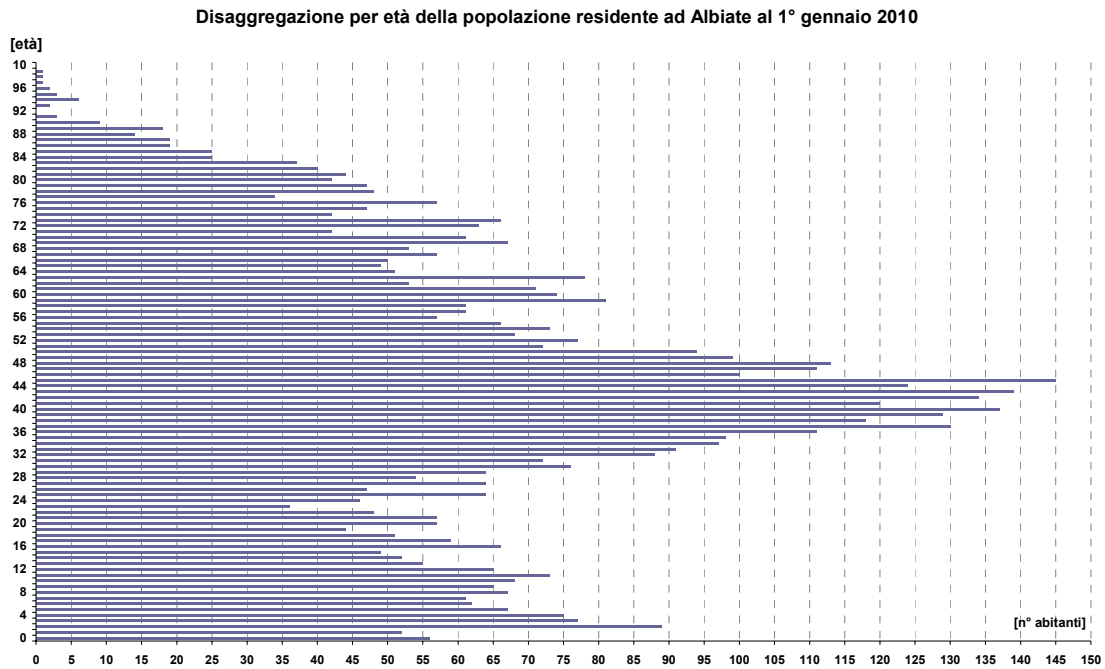


Grafico 2.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

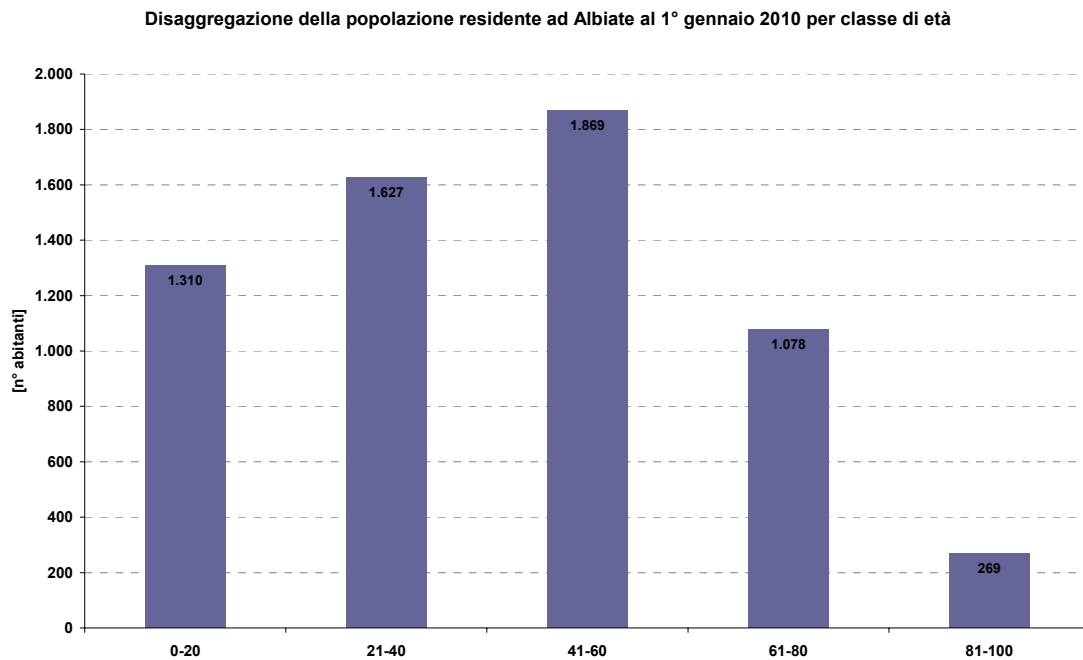


Grafico 2.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Il Grafico 2.8, aggregando per classi d'età, evidenzia la composizione della popolazione residente ad Albiate:

- il 21 % della popolazione risulta essere sotto i 20 anni;
- il 26 % ha un'età compresa fra i 20 e i 40 anni;
- il 30 % ha un'età compresa fra i 40 e i 60 anni;
- il 18 % ha un'età compresa fra i 60 e gli 80 anni;
- e il 4 % degli abitanti ha più di 80 anni.

Si evidenzia, nel complesso, una popolazione abbastanza omogenea tipica dei comuni con una struttura dei nuclei familiari equilibrata.

3 L'EVOLUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E DELLE EMISSIONI DI CO₂

3.1 Il bilancio energetico comunale dei consumi

Il quadro complessivo dei consumi energetici nel Comune di Albiate nel 2009 definisce un utilizzo di energia complessivo pari a circa 95 GWh, intesi come energia finale utilizzata dall'utenza complessiva. Per utenza complessiva si intende l'insieme delle utenze domestiche, terziarie, industriali e i consumi legati al trasporto privato al livello comunale, ai consumi energetici della flotta pubblica (auto comunali e polizia municipale) e all'alimentazione termica ed elettrica degli edifici pubblici.

La scelta dell'Amministrazione comunale di Albiate è stata quella di escludere dal bilancio energetico il settore industriale, in base alle indicazioni definite dalle Linee Guida del J.R.C. per la compilazione dei bilanci energetici. Si ritiene, infatti, che i consumi dell'industria, circa 40 GWh nel Comune di Albiate, solo in piccolissima percentuale siano annettibili a un indotto riferibile al territorio comunale. Inoltre, si ritiene che l'Amministrazione comunale abbia poco potere decisionale nei confronti di questo settore e le politiche di riduzione delle emissioni complessive, in caso di inclusione di questo settore, dovrebbero essere più incisive su altri settori di attività per coprire la quota di riduzione annettibile al settore dell'industria. In questo capitolo si include l'industria al solo scopo di fornire un quadro completo delle informazioni e delle disaggregazioni finali dei consumi. Tuttavia, nelle sintesi in tabella disposte alla fine dello stesso capitolo si esclude la contabilizzazione del settore industriale.

Il Grafico che segue disaggrega per vettore energetico le quantità annesse in bilancio.

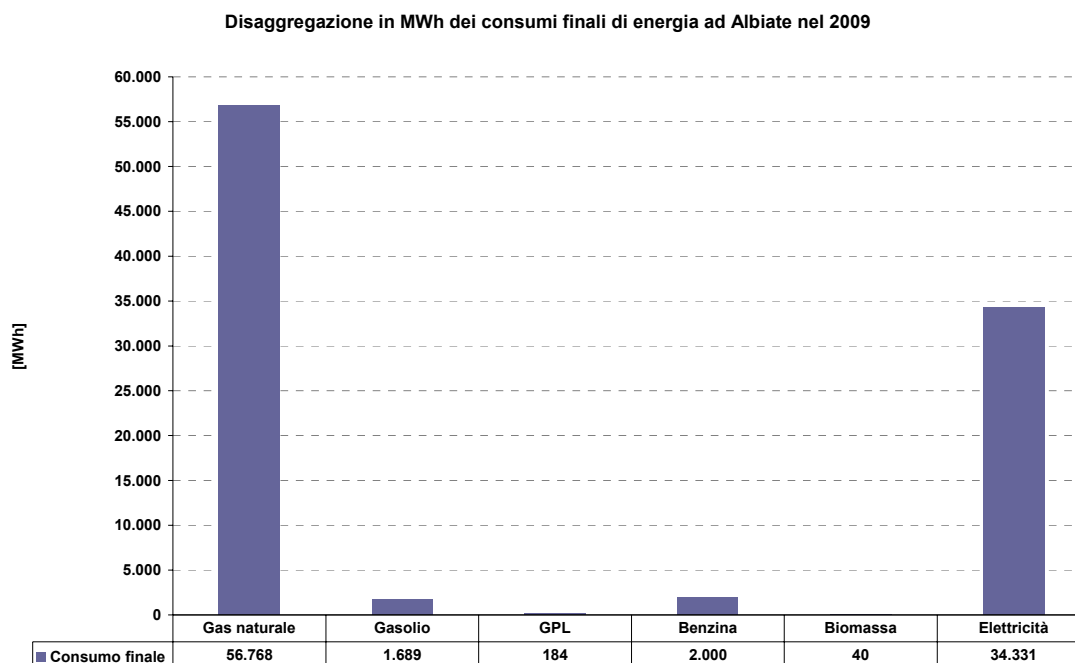


Grafico 3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Il dato di consumo energetico finale risulta inclusivo anche delle quote di energia prodotta da fonte rinnovabile presenti sul territorio (fotovoltaico, impianti a biomassa). Risultando carenti i dati disaggregati in serie storica, non è stato possibile ricostruire andamenti completi dei consumi nel corso degli anni ma ci si è limitati all'annualità del 2009. Nelle analisi settoriali, dove disponibili i dati, sarà possibile valutare le dinamiche in serie storica per specifico settore o vettore energetico.

Riguardo alla ripartizione dei consumi generali per vettore energetico, le quote predominanti sono quelle annesse in bilancio per il gas naturale e l'energia elettrica. Risultano meno significative le quote di consumo legate a benzina, GPL, gasolio e biomassa.

Valutando la disaggregazione in quote percentuali dei singoli vettori energetici, misurate sul totale dei consumi, si evidenzia che il 60 % dei consumi è riferito al gas naturale, il 36 % all'energia elettrica e per quote rispettive del 2 % alla benzina e al gasolio. Quote più contenute (sotto l'1 %) si riferiscono a vettori energetici meno rilevanti in bilancio (GPL e biomassa). Il consumo finale di prodotti petroliferi assomma complessivamente una quota di incidenza pari al 4 % circa.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Albiate al 2009 per vettore energetico

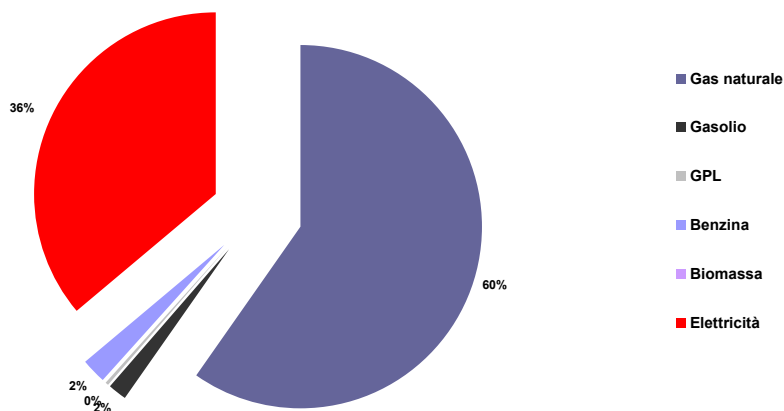


Grafico 3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Il settore maggiormente incidente in termini di consumo risulta essere il settore industriale (di cui si prevede la non contabilizzazione nel bilancio finale ai fini della valutazione della quota di riduzione) che fa registrare circa 41,6 GWh di consumo, seguito dal settore residenziale con circa 38,5 GWh e dai settori terziario e trasporti che

pesano per poco più di 11 GWh il primo e 3 GWh il secondo. Il consumo annettibile al settore agricolo risulta irrilevante.

Nel settore trasporti il 98 % dei consumi è annettibile all'utilizzo del veicolo privato o all'utilizzo di veicoli commerciali, mentre il residuo 2 % circa risulta annettibile al consumo dei mezzi della flotta pubblica.

Nel settore terziario, invece, l'85 % circa dei consumi è annettibile ai servizi presenti nel Comune di Albiate, il 10 % all'alimentazione degli edifici amministrati dal Comune stesso e il 5 %, invece, rappresenta i consumi per l'illuminazione pubblica e cimiteriale.

Il Grafico che segue riporta il dato di consumo complessivo suddiviso per settore di attività.

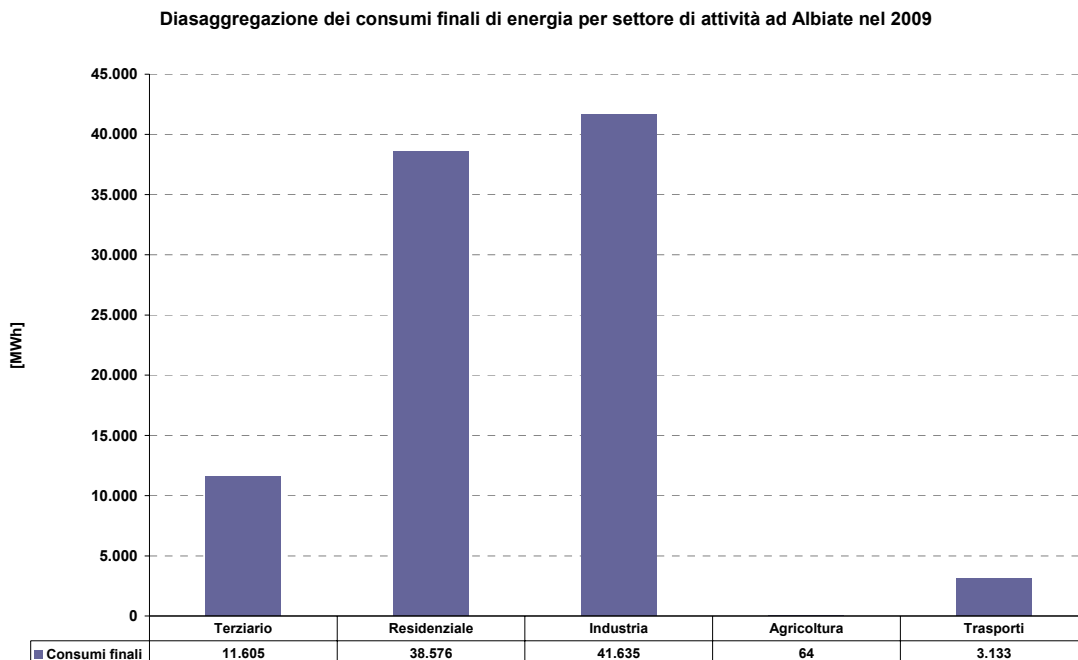


Grafico 3.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Albiate al 2009 per settore di attività

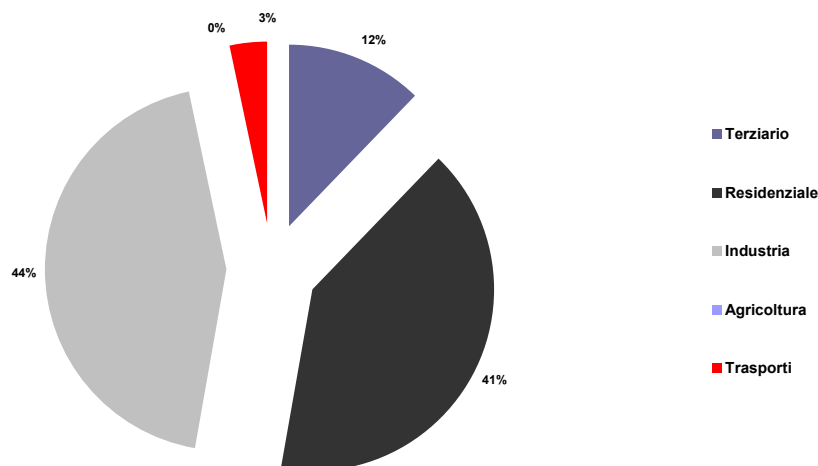


Grafico 3.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

In valore percentuale il settore residenziale pesa per il 41 % circa sul bilancio complessivo, mentre l'industria incide in quota pari al 44 %, pari al 12 % circa risulta essere il peso del settore terziario e i trasporti incidono per 3 punti percentuali. Si conferma irrilevante il peso del settore agricolo (meno dell'1 %).

La tabella seguente sintetizza i dati di consumo inclusi in bilancio e sui quali si valuta la quota di riduzione delle emissioni, disaggregati per settore di appartenenza.

Settore	Consumi 2009 [MWh]
Edifici comunali	1.185
Edifici terziari	9.832
Edifici residenziali	38.576
Illuminazione pubblica comunale	588
Flotta comunale	55
Trasporto privato	3.079
Totale	53.314

Tabella 3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

La tabella che segue, invece, riporta i dati di bilancio riferiti ai singoli vettori energetici inclusi in bilancio.

Vettori energetici	Consumi [MWh]
Gas naturale	39.002
Gasolio	1.689
GPL	184
Benzina	2.000
Biomassa	40
Elettricità	10.399
Totale	53.314

Tabella 3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

3.2 La produzione di energia

Una parte molto contenuta dell'energia elettrica consumata a livello comunale, in base alle indagini fatte, risulta prodotta localmente. Complessivamente essa incide in quota pari a poco meno dello 0,1 % dei consumi elettrici complessivi comunali. In valore assoluto questa fetta di energia prodotta ascrivibile a produzione locale ammonta a 32,6 MWh e deriva totalmente da impianti fotovoltaici di piccola taglia presenti nel territorio del Comune.

La potenza fotovoltaica complessivamente installata ad Albiate nel 2009 risulta pari a circa 30 kW (5 impianti) che nel 2010 hanno raggiunto quota di 95 kW circa (18 impianti). Il 2010, infatti, ha rappresentato a livello nazionale il picco di installazioni in virtù della chiusura del sistema incentivante del Secondo Conto Energia.

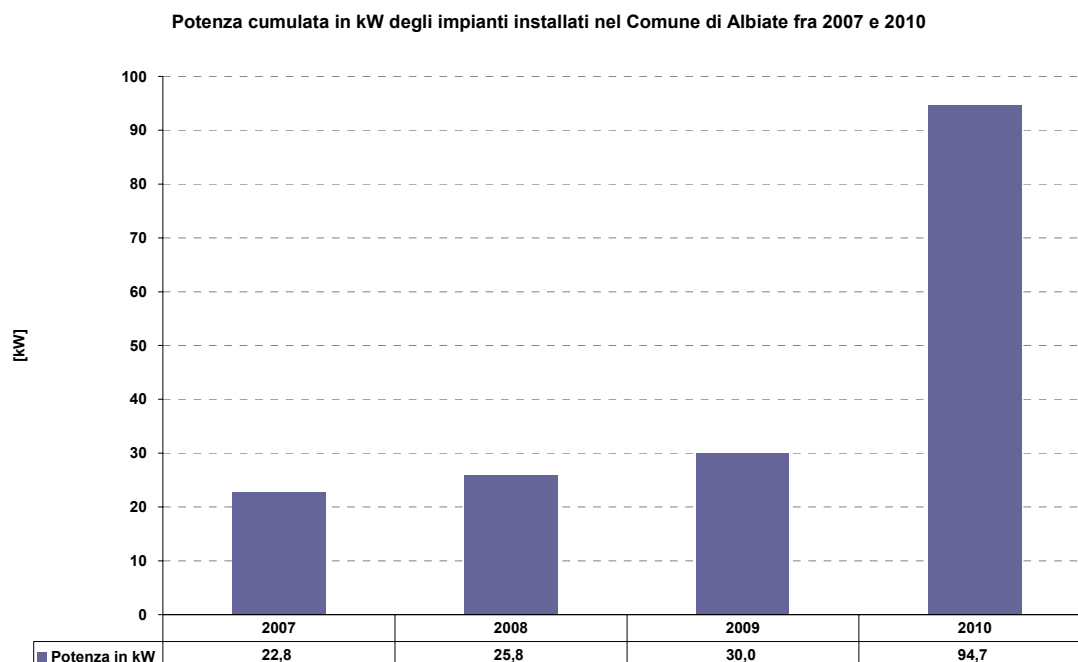


Grafico 3.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

Il Grafico che segue, invece, riporta la potenza fotovoltaica installata per singola annualità compresa fra 2007 e 2010 (annualità in cui è attivo il sistema di incentivazione del Conto Energia). Il picco di potenza installata si registra nel 2010, anno in cui è di 65 kW circa la potenza complessiva installata ad Albate.

Sulla base della potenza installata, considerando 1.085 ore equivalenti di funzionamento dell'impianto alla massima potenza, è stata calcolata la producibilità ipotetica di questi impianti. Il parametro di ore equivalenti di funzionamento tiene conto delle caratteristiche meteo-climatiche del Comune di Albate oltre che di un'installazione mediata fra impianto integrato e impianto a terra (in modo da poter valutare in modo cautelativo l'influenza della ventilazione). È stato considerato un orientamento ottimale degli impianti al fine di massimizzarne la resa.

Secondo questi criteri si valuta per il 2009 una producibilità complessiva degli impianti pari a circa 32,55 MWh, che nel 2010 s'incrementa di 70,2 MWh in base agli impianti di nuova realizzazione.

Infine, valutando per blocchi di potenza, emerge che al 2010 il parco impianti è costituito da impianti di piccola taglia (compresi fra 1 kW e 5 kW), tranne tre impianti di dimensioni superiori rispetto alla media degli altri (un impianto da circa 20 kW entrato in esercizio nel 2007 e due da 11 kW entrati in esercizio nel 2010).

Potenza fotovoltaica in kW degli impianti installati nel Comune di Albate fra 2007 e 2010, per anno di installazione dell'impianto

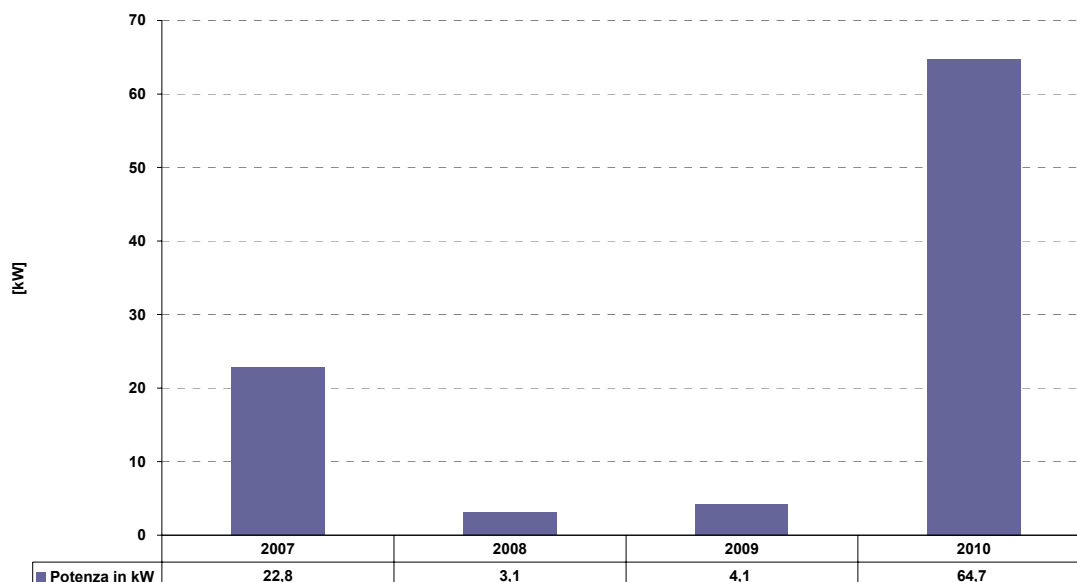


Grafico 3.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

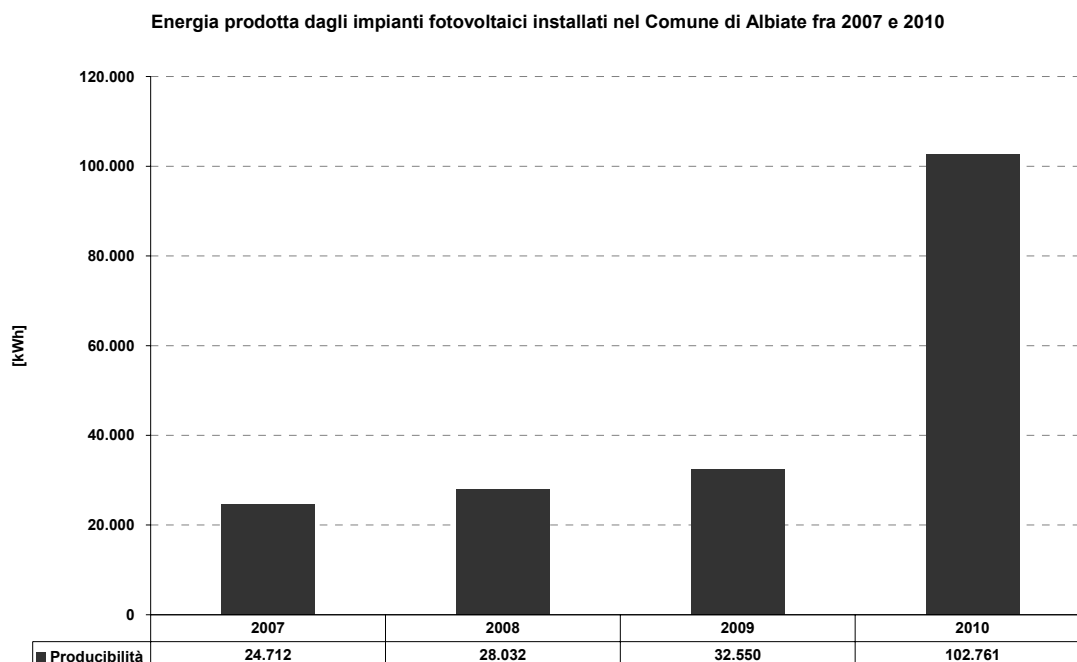


Grafico 3.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati GSE

3.3 Il bilancio delle emissioni

I gas di serra che derivano dai processi energetici sono essenzialmente l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄) ed il protossido d'azoto (N₂O). In questa analisi si considerano solo le emissioni di anidride carbonica. Il contributo della CO₂ alle emissioni complessive di gas di serra, infatti, è di circa il 95%.

L'anno di riferimento per valutare il livello delle emissioni è il 2009, lo stesso del bilancio dei consumi.

Per il calcolo delle emissioni di CO₂ dovute all'utilizzo dei vari vettori energetici, è necessario considerare degli opportuni coefficienti di emissione specifica corrispondenti ai singoli vettori energetici utilizzati. Il prodotto fra tali coefficienti ed i consumi legati al singolo vettore energetico permette la stima delle emissioni.

Per ogni vettore energetico si considera un solo coefficiente di emissione relativo al consumo da parte dello stesso utilizzatore. Questo coefficiente si riferisce, dunque, ai dispositivi utilizzati per la trasformazione dello specifico vettore energetico in energia termica o meccanica o illuminazione, in base agli usi finali.

3.3.1 I fattori di emissione al consumo della CO₂

Le emissioni di CO₂ corrispondenti ai prodotti petroliferi considerati in questa sede sono riportate nelle tabelle seguenti, ripartite tra sorgenti fisse e sorgenti mobili, espresse in

grammi per MWh di combustibile consumato. Le emissioni specifiche considerate sono quelle relative al consumo e includono la combustione.

Per quanto riguarda le sorgenti mobili, i valori di CO₂ riportati rappresentano il valore medio derivante dai valori specifici relativi al parco autoveicoli circolanti (ripartito secondo le categorie COPERT).

Vettore energetico	Sorgenti fisse e mobili [t/MWh]
Gasolio	0,267
GPL	0,227
Benzina	0,249

Tabella 3.3 Elaborazione Ambiente Italia

Le emissioni di CO₂ corrispondenti al gas naturale sono riportate nella tabella a seguire. Come per i prodotti petroliferi, le emissioni considerate sono quelle relative al consumo e includono la combustione finale.

Vettore energetico	Sorgenti fisse e mobili [t/MWh]
Gas naturale	0,202

Tabella 3.4 Elaborazione Ambiente Italia

Per il calcolo delle emissioni di CO₂ dovute ai consumi di energia elettrica sul territorio, si utilizzeranno i coefficienti specifici relativi al mix elettrico nazionale così come riportati nel grafico seguente, articolati fra i singoli anni compresi fra 1990 e 2009 in base alle quote specifiche di vettori energetici fossili utilizzati per la produzione elettrica e alle quote di rinnovabili facenti parte del mix elettrico nazionale.

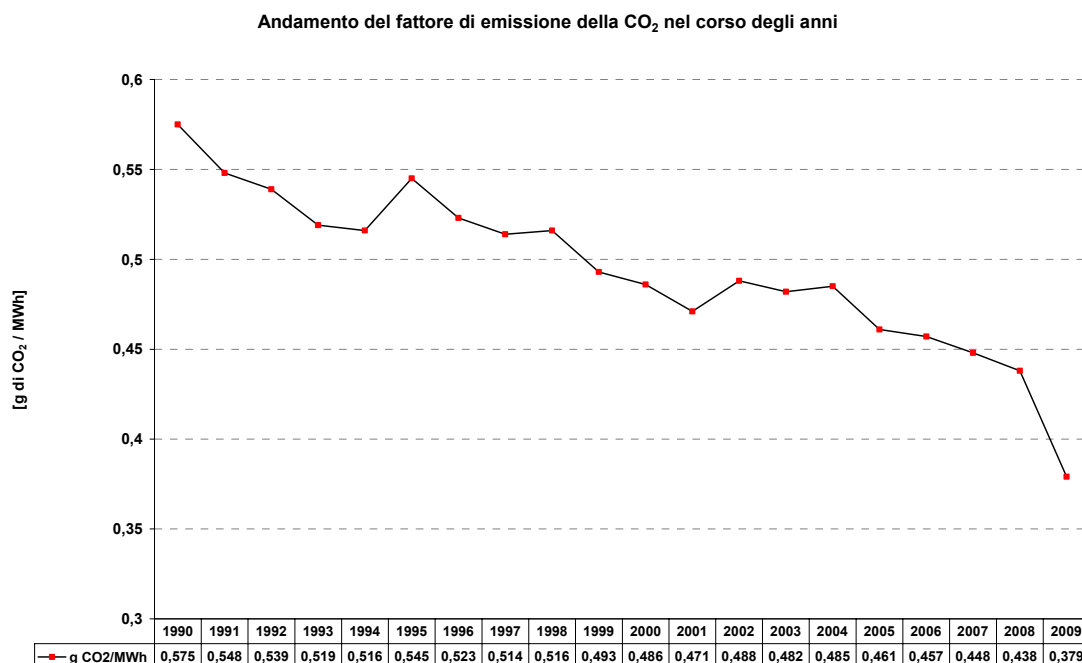


Grafico 3.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Ministero per lo Sviluppo Economico

È interessante notare come il cambio dei combustibili utilizzati (soprattutto l'aumento della quota di metano rispetto all'olio combustibile) e l'aumento dell'efficienza media del parco delle centrali di trasformazione abbiano portato, nel corso degli anni, ad una significativa riduzione delle emissioni specifiche di CO₂ fra 1990 e 2008 pari al 35%. Per l'anno di riferimento del bilancio di Albiate si applica un valore calcolato come media delle ultime tre annualità comprese fra 2007 e 2009. Infatti il valore molto basso delle emissioni specifiche registrate nel 2009 si giustifica soprattutto in virtù della particolare contingenza di crisi economica che ha portato ad una marcata riduzione dei consumi elettrici. Questa riduzione, nel bilancio nazionale complessivo, ha valorizzato il peso delle rinnovabili. Il valore considerato corrisponde, dunque, a 0,42 t di CO₂ per MWh di consumo elettrico finale.

Infine, tutte le fonti rinnovabili, di cui è presente un utilizzo nel Comune di Albiate, sono state considerate ad impatto emissivo nullo.

3.3.2 Il bilancio delle emissioni di CO₂

Il quadro complessivo delle emissioni di biossido di carbonio nel Comune di Albiate, nel 2009 fa registrare un totale di circa 28,8 kt di CO₂, intese come emissioni legate alla combustione dei vettori energetici utilizzati a livello comunale e all'utilizzo di energia elettrica. Per abitante si registrano 4,39 t di CO₂ al 2009. Il Grafico che segue disaggrega per vettore energetico le quote di emissione attribuibili all'uso dei singoli vettori energetici. Si evidenzia la prevalenza delle quote legate all'uso del gas naturale e dell'energia elettrica e, in valori più contenuti, all'utilizzo di gasolio e di benzina.

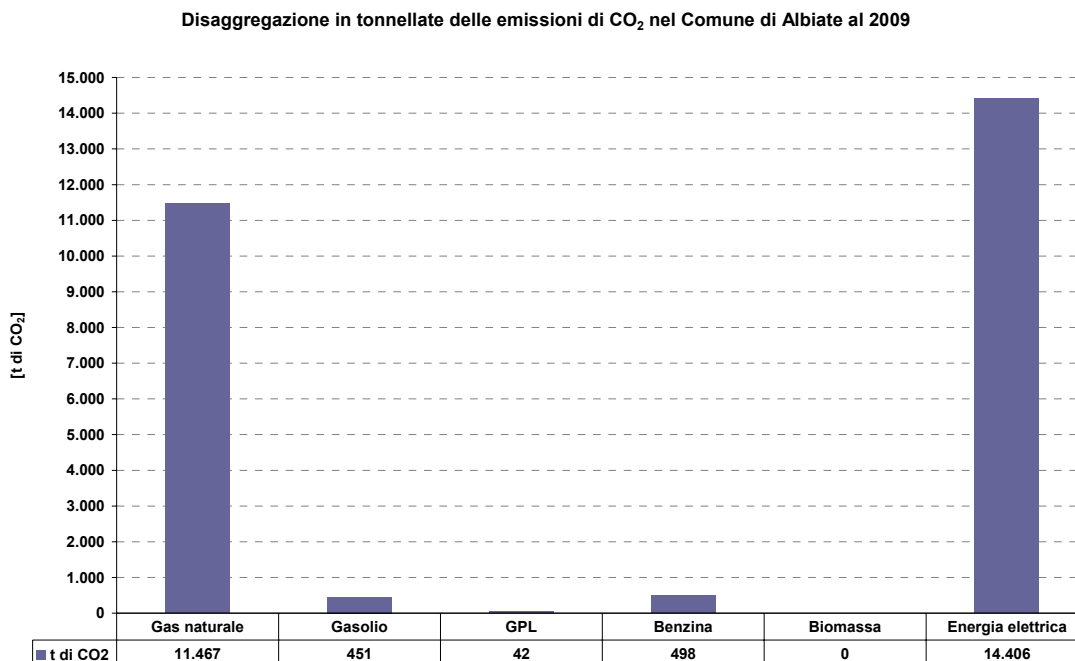


Grafico 3.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO₂ ad Albiate nel 2009 per vettore energetico

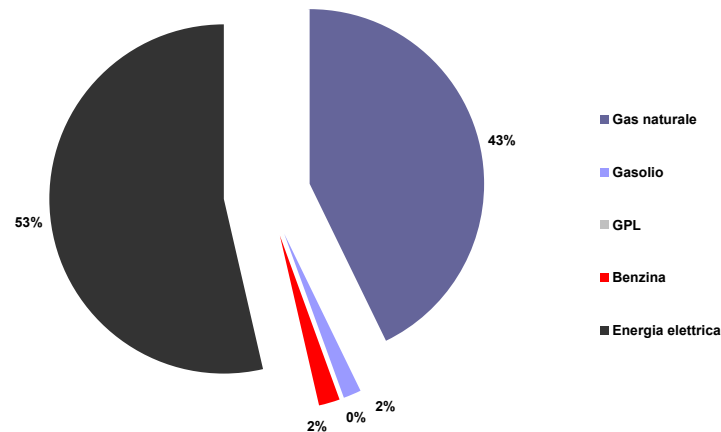


Grafico 3.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Riguardo alla ripartizione delle emissioni per vettore energetico, le quote predominanti sono quelle annesse in bilancio per il gas naturale e l'energia elettrica.

È utile confrontare i livelli di consumo del singolo vettore energetico con le emissioni ad esso abbinate. Questo permette di definire i vettori energetici ambientalmente meno efficienti e sui cui è maggiormente utile agire per ridurre le emissioni complessive. Infatti dalla lettura del grafico che segue emerge chiaramente che in termini di consumo gas naturale ed energia elettrica si attestano su posizioni inverse rispetto a quanto registrato in termini di emissioni di CO₂. Ciò chiaramente è dovuto al mix elettrico nazionale e alle modalità con cui in Italia si produce energia elettrica oltre che al rendimento di generazione delle centrali di produzione.

Confronto consumi emissioni nel Comune di Albiate al 2009

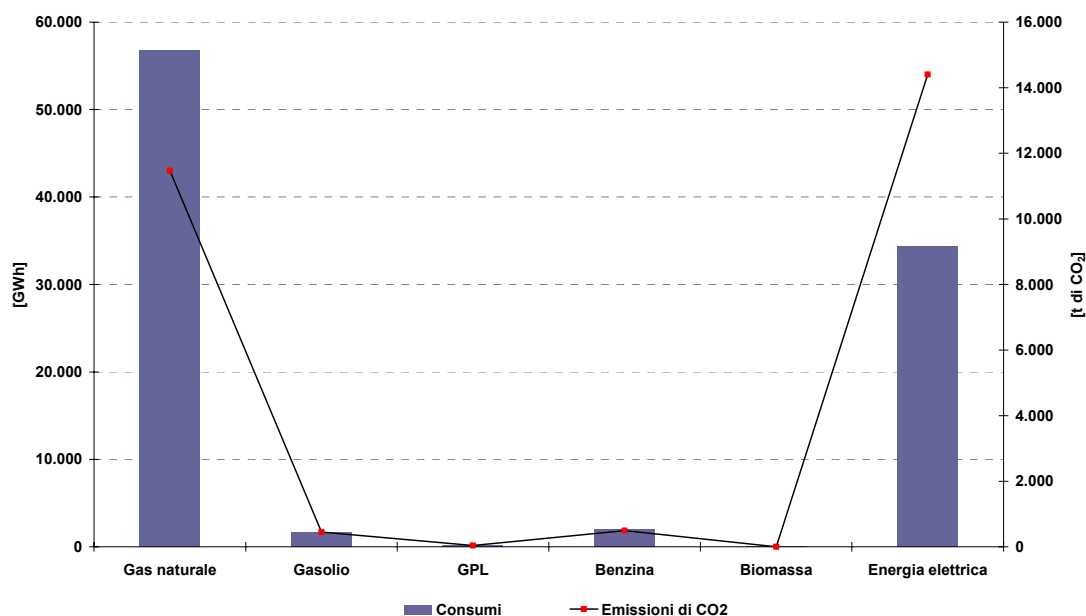


Grafico 3.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Come per le analisi fatte sui consumi, anche per le emissioni è possibile attribuire un livello emissivo al singolo settore di attività. Il peso maggiore per livello di emissioni è attribuibile al settore industriale (50 %), seguito dal settore residenziale (35 %) e in misura minore anche dal terziario e dai trasporti.

Il settore terziario nel suo complesso incide in bilancio in quota pari al 12 % circa. Del totale delle emissioni di questo settore è possibile disaggregare una quota del 9 % circa attribuibile all'alimentazione degli edifici pubblici, una quota dell'8 % circa attribuibile all'alimentazione dell'impianto di illuminazione pubblica comunale e la quota residua dell'84 % relativa ai servizi residui presenti sul territorio comunale. In totale quindi il settore pubblico pesa 16 punti percentuali sulle emissioni complessive del settore terziario e circa 2 punti percentuali sulle emissioni complessive comunali.

Anche per il trasporto pubblico è possibile disaggregare le quote di incidenza percentuale valutando che l'alimentazione della flotta pubblica impegna poco meno del 2 % dei consumi complessivi di settore.

In ultimo, il Grafico 3.13 pone a confronto emissioni e consumi per settore di attività. È il settore terziario a fare emergere la maggiore distanza fra consumi ed emissioni di CO₂, infatti, in questo settore, risultano percentualmente maggiormente incidenti i consumi di energia elettrica.

Diasaggregazione delle emissioni di CO₂ per settore di attività

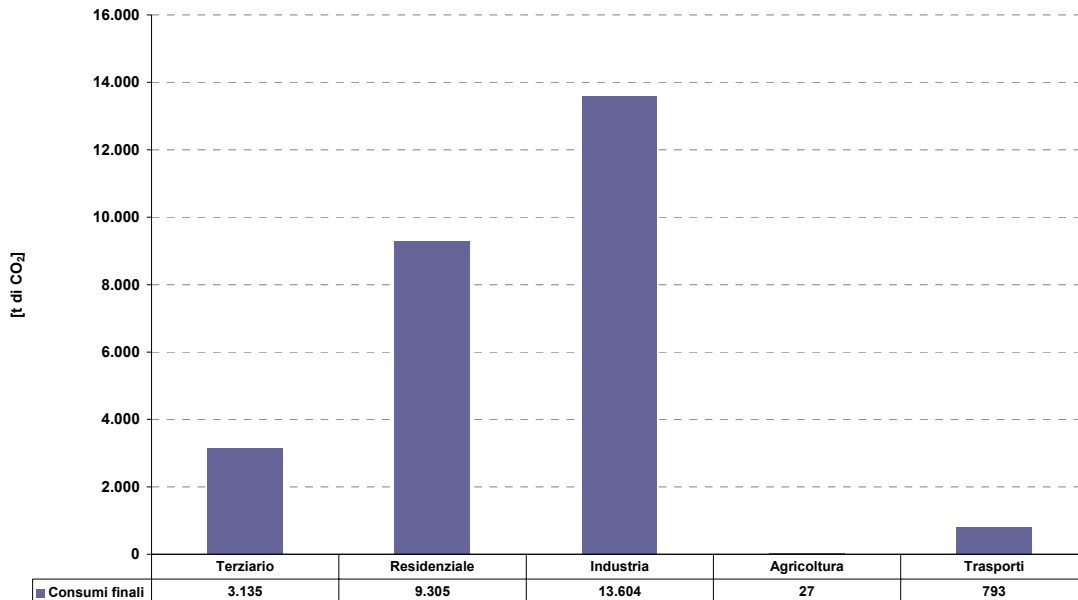


Grafico 3.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Albiate al 2009 per settore di attività

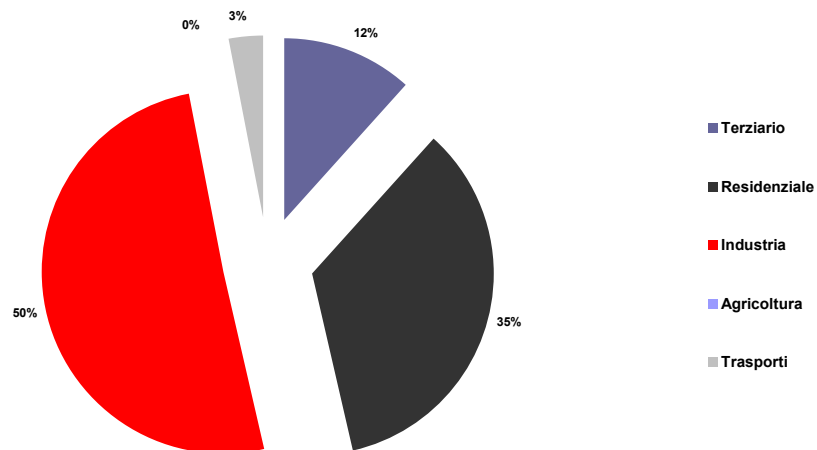


Grafico 3.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Confronto consumi emissioni nel Comune di Albiate al 2009

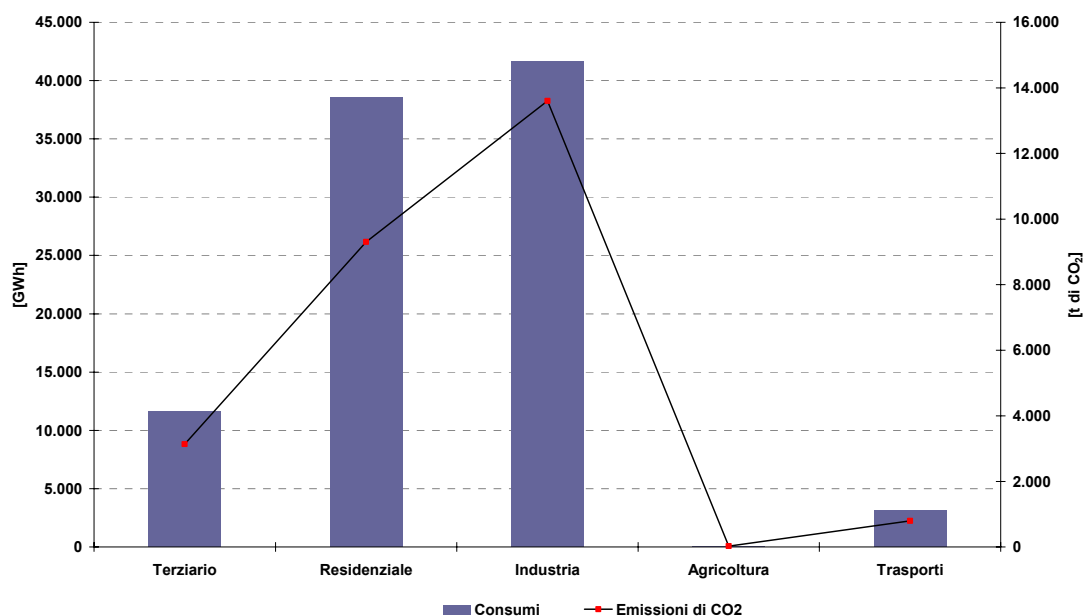


Grafico 3.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Le due Tabelle che seguono riportano la disaggregazione dei valori di emissione in t di CO₂ per vettori e per settori di attività.

Settore	Emissioni di CO ₂ nel 2009 [t di CO ₂]
Edifici comunali	279
Edifici terziari	2.609
Edifici residenziali	9.305
Illuminazione pubblica comunale	247
Flotta comunale	14
Trasporto privato	779
Totale	13.233

Tabella 3.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Vettori energetici	Emissioni di CO ₂ nel 2009 [t di CO ₂]
Gas naturale	7.878
Gasolio	451
GPL	42
Benzina	498
Biomassa	0
Elettricità	4.364
Totale	13.233

Tabella 3.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

4 IL SETTORE RESIDENZIALE

4.1 I dati di bilancio

Il settore residenziale ha assorbito nel 2009 il 40,6 % circa dei consumi complessivi del Comune di Albiate, pari a circa 38,5 GWh: di questi, l'86 % è legato allo sfruttamento di vettori energetici per usi termici e la quota residua è annessa, invece, agli usi elettrici non finalizzati a produzione di energia termica. Il grafico che segue disaggrega per vettore energetico l'uso finale attribuibile al settore residenziale.

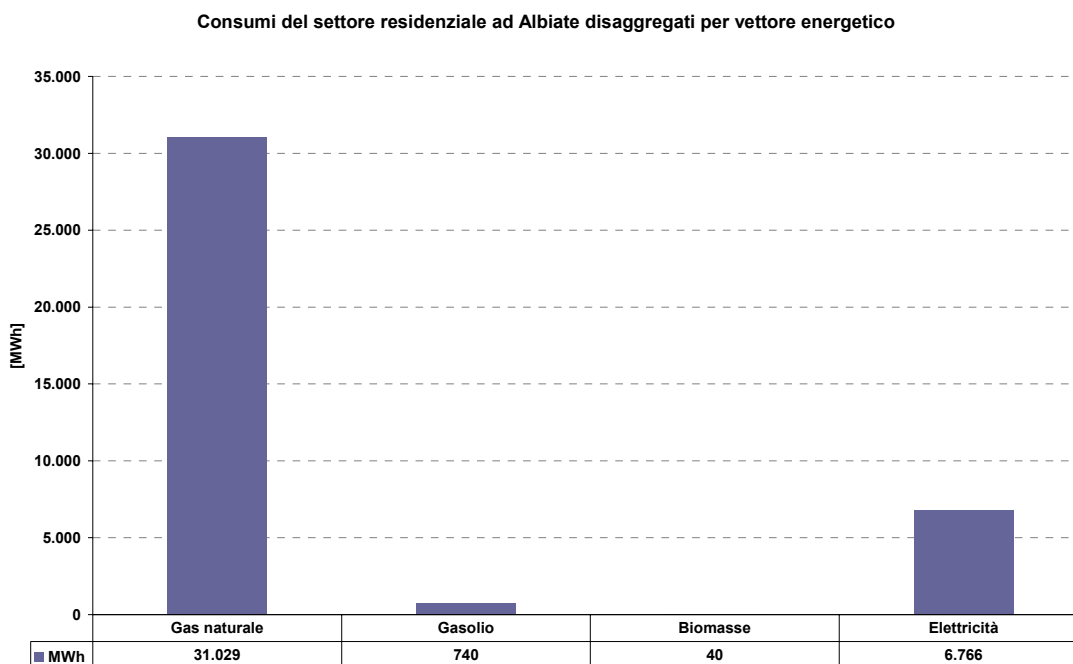


Grafico 4.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

È evidente la prevalenza di utilizzo del gas naturale (80 % circa del consumo complessivo di settore) e di energia elettrica (18 % circa dei consumi di settore). Gli altri vettori incidono in quota inferiore al 2 %. La maggiore incidenza dei consumi di gas rispetto ad altri vettori per usi termici (combustibili petroliferi) indica che il comune risulta, ormai, quasi totalmente metanizzato (eccezion fatta per contesti limitati). Va detto comunque che in base alle analisi disposte nel paragrafo seguente risultano ancora attivi condomini dotati di impianto a gasolio; l'incidenza percentuale è tuttavia molto contenuta e in decrescita a livello di serie storica regressa.

Il Grafico che segue riporta i valori percentuali attribuibili ai consumi del singolo vettore.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Albiate al 2009 per vettore energetico

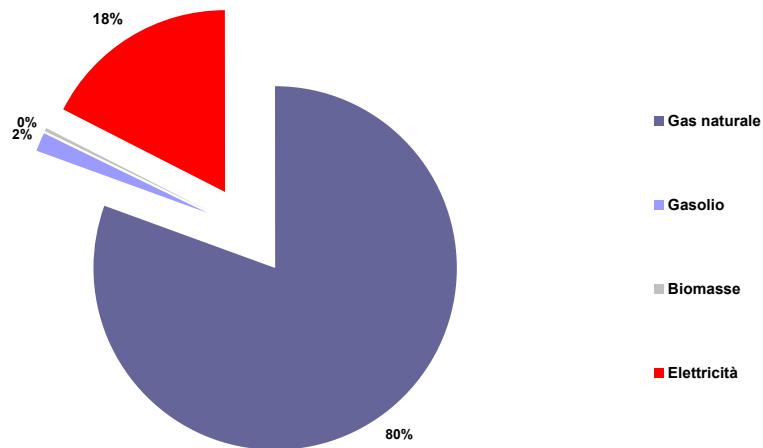


Grafico 4.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Emissioni di CO₂ del settore residenziale ad Albiate disaggregate per vettore energetico

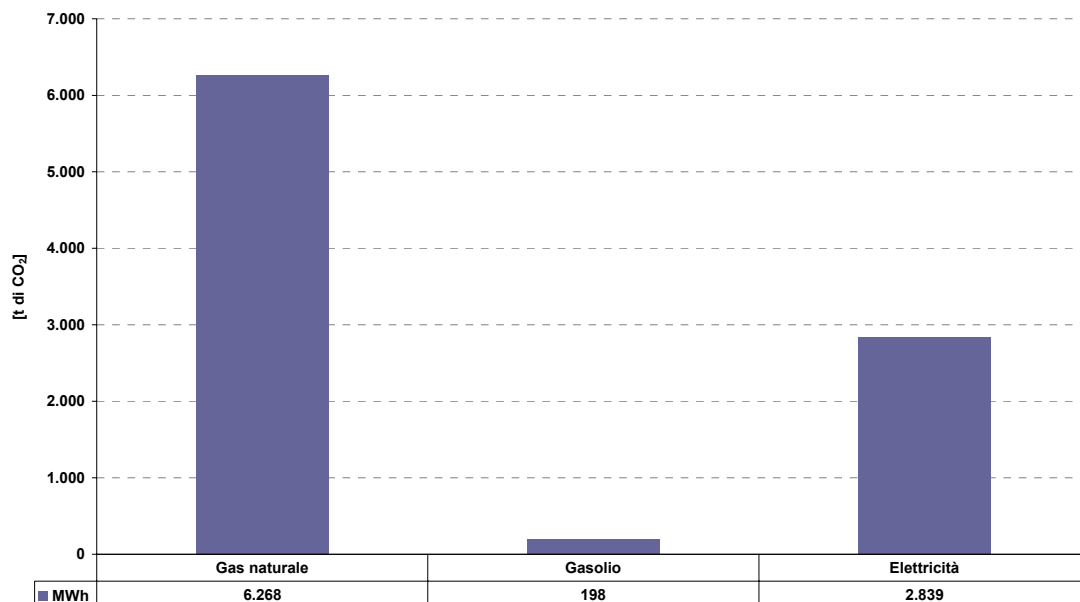


Grafico 4.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

La struttura di incidenza del singolo vettore si modifica se il ragionamento viene trasposto alle emissioni di CO₂. Si conferma la maggiore incidenza del gas naturale sulle emissioni di settore (67 % circa delle emissioni di settore, contro l'80 % di peso sui consumi).

L'energia elettrica, invece, in termini di emissioni, incide in quota pari al 31 %, mentre sui consumi incideva per il 18 % circa. Risulta pari al 2 %, invece, il peso delle emissioni annettibili ai vettori petroliferi.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO₂ di Albiate al 2009 per vettore energetico

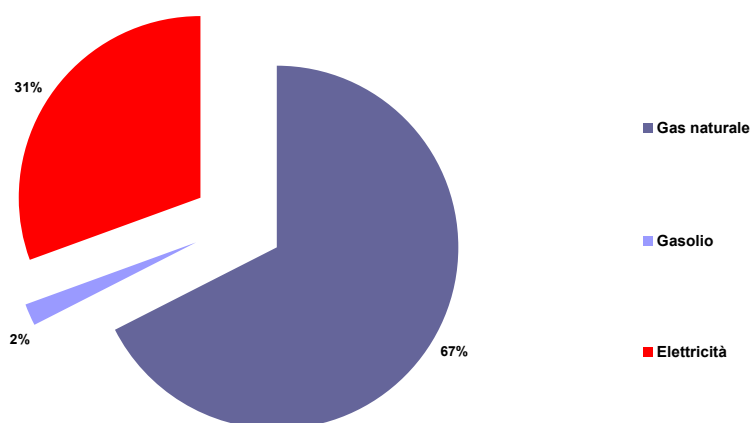


Grafico 4.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Complessivamente si può ritenere che in termini di emissioni del settore domestico, gli usi termici incidano per il 75 % circa mentre quelli elettrici per il 25 % circa.

I combustibili derivati del petrolio, in totale, sulle emissioni di settore, incidono solo per il 2 %.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni di settore.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO ₂
Gas naturale	3.234.565 m ³	31.029	6.268
Gasolio	62 t	740	198
Biomassa	10 t	40	0
Elettricità per usi termici	1.309 MWh	1.309	549
Elettricità per altri usi	5.457 MWh	5.457	2.290
Totale	-----	38.576	9.305

Tabella 4.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

4.2 L'analisi dei consumi termici

4.2.1 I fabbricati residenziali

Per poter tracciare l'andamento dei consumi energetici del settore residenziale nel Comune di Albiate e valutare i possibili scenari di evoluzione nel corso degli anni oggetto delle valutazioni di piano, è necessario costruire, e descrivere in queste pagine, un modello rappresentativo delle caratteristiche strutturali e tipologiche del parco edifici del settore residenziale comunale che incroci considerazioni sia legate agli assetti energetici quanto a quelli socio-culturali locali e strutturali dei fabbricati.

I dati ISTAT relativi al "14° censimento generale della popolazione e delle abitazioni" fanno registrare al 2001 la presenza, nel Comune di Albiate, di circa 839 fabbricati, di cui 734 a uso residenziale. Il grafico seguente disaggrega detti edifici per epoca di costruzione delineando un territorio con costruito che per il 50 % risulta edificato fra la seconda metà degli anni '40 e i primi anni '70. Anche nelle altre epoche continua a risultare attiva la pratica edilizia nel territorio comunale ma con incidenze percentuali più contenute, come chiaramente evidente dal grafico seguente.

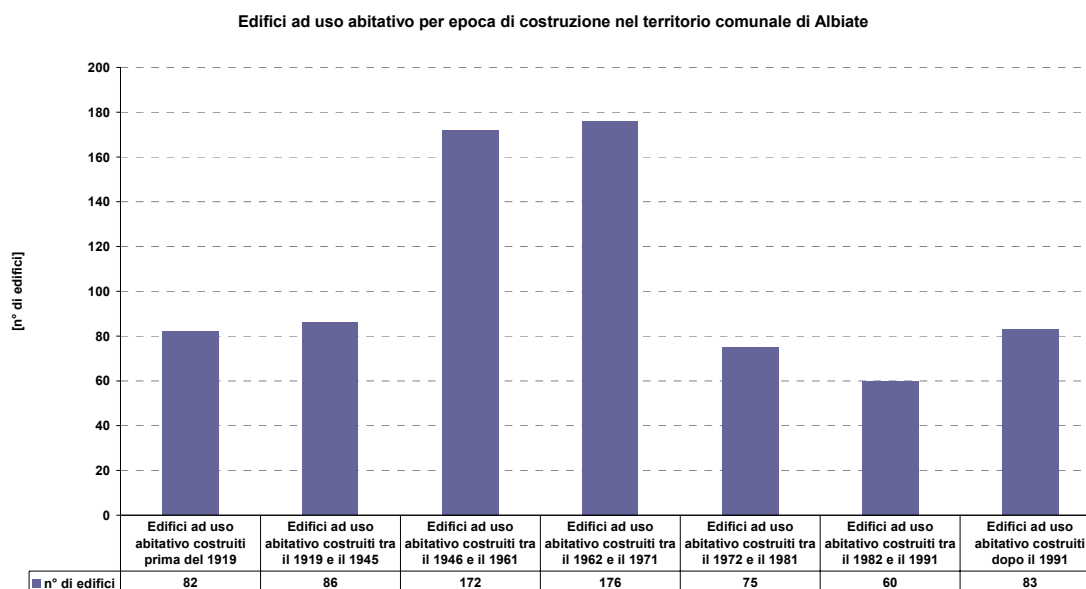


Grafico 4.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

E' possibile disaggregare i fabbricati anche per numero di piani fuori terra, secondo quanto riportato nel grafico che segue. In questo caso si evince la presenza di un tessuto fabbricato residenziale di medie dimensioni. La quota di fabbricati ad un solo livello risulta pari al 19 % circa, mentre risulta più marcata la quota di edifici da 2 livelli fuori terra (53 % circa); gli edifici da 3 e 4 livelli pesano invece in quota pari rispettivamente al 18 % circa e al 10 %.

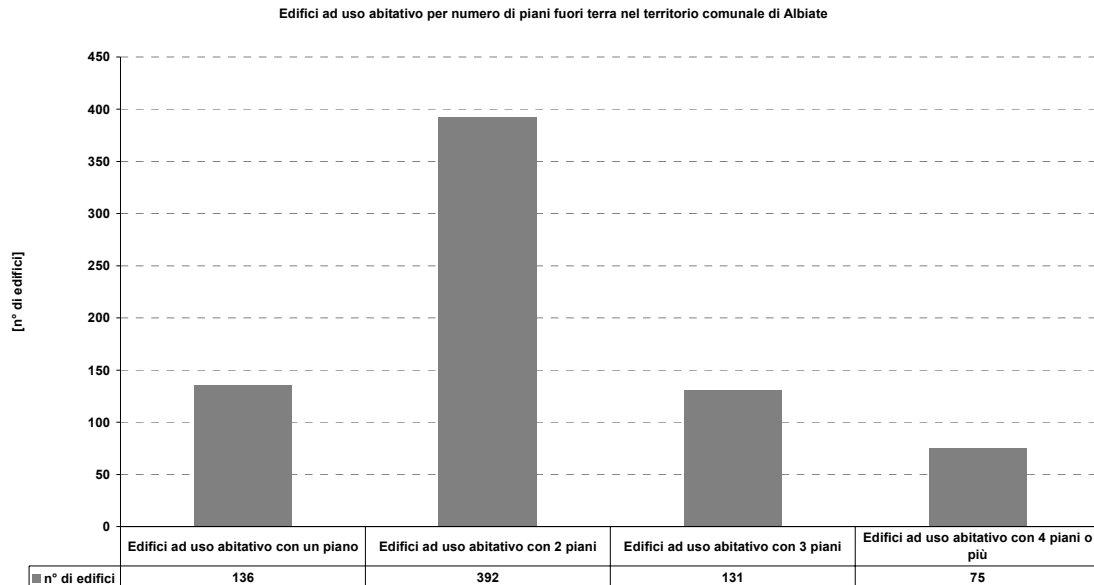


Grafico 4.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

La torta seguente disaggrega percentualmente i fabbricati residenziali per localizzazione degli stessi.

Disaggregazione percentuale dei fabbricati residenziali presenti ad Albiate per localizzazione degli stessi

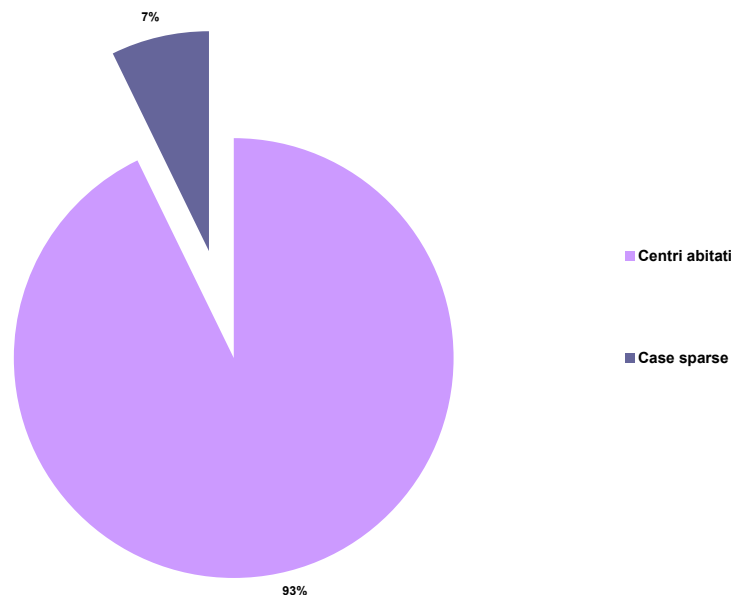


Grafico 4.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Il 7 % circa dei fabbricati residenziali presenti nel territorio comunale di Albiate risulta essere costituito da case sparse, intendendo per case sparse edilizia bassa, tipo villetta. Si precisa che per fabbricato s'intende l'intero edificio. Si ritiene quindi che portando il

ragionamento sulle abitazioni e non sui fabbricati, la percentuale di case sparse risulterà notevolmente più bassa.

Infine, è possibile fornire, in base alle elaborazioni Istat, un quadro delle tipologie strutturali utilizzate in prevalenza sull'edilizia residenziale di Albiate: la tipologia strutturale prevalente risulta essere il cemento armato (50 % circa dei fabbricati residenziali), la muratura portante, invece, incide per il 39 % circa. Si può notare che, confrontando la torta che segue con la disaggregazione dei fabbricati per epoca di costruzione, si può ritenere che la quota di edifici in muratura portante sia annettibile, prevalentemente, all'edificato albiatese costruito fra la fine degli anni '60 e il 2001.

Fabbricati con destinazione d'uso residenziale presenti nel territorio comunale di Albiate per tipologia di struttura muraria dei paramenti verticali

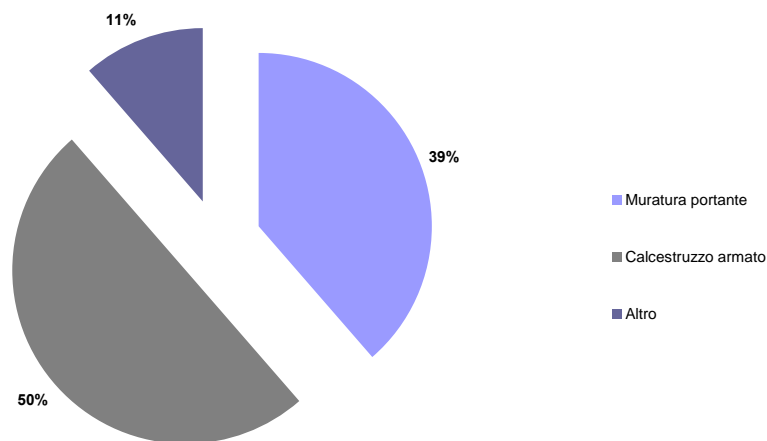


Grafico 4.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

In totale, i fabbricati esistenti ad Albiate fino al 2001 ammontano, invece, a 839, includendo non solo i fabbricati residenziali ma anche quelli con differente destinazione d'uso.

4.2.2 Le unità abitative

I fabbricati residenziali, nel 2001, ammontano a circa 734, come descritto nel paragrafo precedente; in media, per ognuno di questi, si attesta la presenza di circa 3,3 unità abitative. In totale, nel 2001, ad Albiate le abitazioni complessive risultano pari a 2.457. Di queste l'83 % circa risultava, nel 2001, occupata da residenti (per un totale di 2.049 abitazioni occupate e circa 408 libere). Logicamente, anche in tal caso, risultano prevalenti le abitazioni collocate nei centri abitati e in percentuali ridotte quelle sparse sul territorio comunale. Il dato riferito al numero di abitazioni presenti ad Albiate rappresenta uno dei dati in input per il modello di simulazione termo-fisico dal basso dell'edificato. Per questo motivo, essendo l'ultimo censimento aggiornato al 2001, sulla base delle statistiche Istat e comunali sulle nuove costruzioni oltre che sull'evoluzione dei nuclei familiari si è valutata un'evoluzione degli scenari al 2009 rispetto a quanto rappresentato al 2001 dai dati censuari. La modifica della struttura residenziale nel corso degli anni 2001-2009 ha fondamentalmente tenuto conto del numero di nuclei familiari registrati nel territorio. Come già descritto nei paragrafi introduttivi di questo documento, nel 2001 le famiglie residenti a livello comunale risultano pari a circa 2.079, contro un totale di 2.049 abitazioni occupate. Il leggero discostamento numerico (circa 30 abitazioni occupate in meno rispetto al numero di famiglie) fra il numero di famiglie e il numero di abitazioni occupate si ritiene possa essere attribuito sia al differente momento di rilevazione del dato sia al fatto che alcune famiglie siano in coabitazione. In tutti i casi si ritiene un discostamento poco influente sulle risultanze complessive del modello di simulazione. Nel corso delle annualità comprese fra 2001 e 2009 il numero di nuclei familiari si incrementa fino a raggiungere un totale al 2009 di 2.493 nuclei. E' possibile calcolare, quindi, circa 444 nuclei familiari in più a cui corrisponde la stessa quantità di nuove abitazioni. La tabella che segue riporta, invece, al 2001 la disaggregazione del numero di abitazioni e superfici dedicate ad abitazione complessive divise fra occupate e libere. Si evidenzia che, al 2001 l'83 % delle abitazioni risulta occupata da residenti (sia in termini numerici che pressappoco in termini di superficie complessiva) e il 17 %, invece, risulta libera.

Abitazioni totali	2.457
Abitazioni occupate	2.049
Abitazioni vuote	408
Superficie delle abitazioni totali	218.324 m ²
Superficie delle abitazioni occupate da persone residenti	186.703 m ²
Superfici delle abitazioni vuote	31.621 m ²

Tabella 4.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Questa analisi sulle dinamiche edificatorie ci permette di aggiornare il quadro evolutivo del tessuto edificato occupato e che quindi consuma energia nell'arco dell'anno. Delle 444 famiglie in più registrate fra 2001 e 2009 si ritiene che 291 occupino edifici di nuova costruzione e 153 occupino invece abitazioni esistenti e libere presenti nel territorio comunale. In base a questo scenario risultano ancora libere circa 255 abitazioni esistenti al 2001.

Famiglie in più 2001/2009	444
Famiglie in nuove	291
Famiglie in esistenti	153
Libere esistenti	255

Tabella 4.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

In base a questi valori è possibile disaggregare gli edifici esistenti per epoca di costruzione e numero di piani fuori terra. I due grafici seguenti (4.9 e 4.10)

disaggregano, quindi, l'edificato albiatese occupato in termini di abitazioni per epoca di costruzione delle stesse e numero di piani fuori terra.

E' possibile osservare che:

- come già visto per i fabbricati, emerge una prevalenza di edifici costruiti nel periodo 1946-1971 che in quota percentuale incide per il 43 % dell'edificato complessivo (sempre in termini di abitazioni);
- l'edificato storico (precedente al 1919) incide per il 12 % circa delle abitazioni totali occupate;
- infine, l'edificato più recente, quello compreso fra 1992 e 2001 e quello successivo al 2001, registra quote percentuali di incidenza rispettivamente pari al 7 % e al 12 % circa dell'edificato residenziale complessivo.

La rappresentazione delle abitazioni rispetto al numero di piani dell'edificio in cui esse sono inserite fa emergere un tessuto urbano costituito per il 51 % da abitazioni in edifici con 2 piani fuori terra, per il 20 % da abitazioni in edifici da 3 piani, per il 17 % da abitazioni in edifici da 1 piano e per la restante quota più contenuta del 12 % circa da abitazioni inserite in edifici con 4 o più livelli. Il Grafico 4.11 descrive invece il rapporto fra edifici, abitazioni ed epoca storica di costruzione, delineando gli andamenti riferiti al costruito per singola epoca e cumulato, sia per le abitazioni che per gli edifici. Il confronto fra le curve risulta interessante in quanto mette in luce il parametro riferito alla variazione del numero di abitazioni per singolo edificio, come modificato nel corso degli anni.

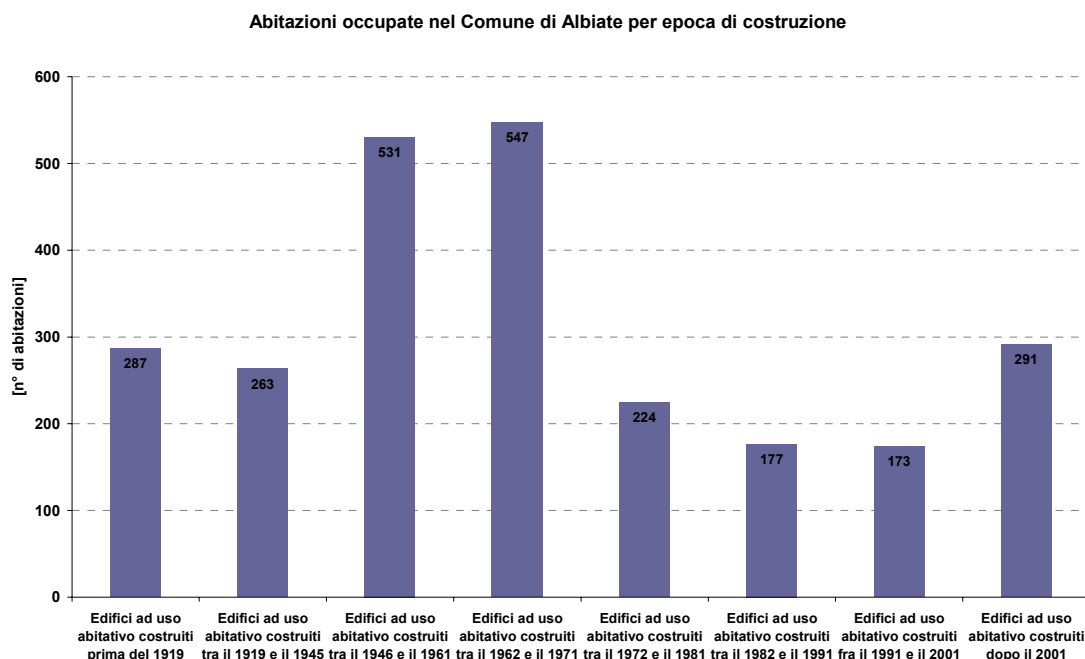


Grafico 4.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate e Istat.

Abitazioni occupate nel Comune di Albiate per numero di piani fuori terra

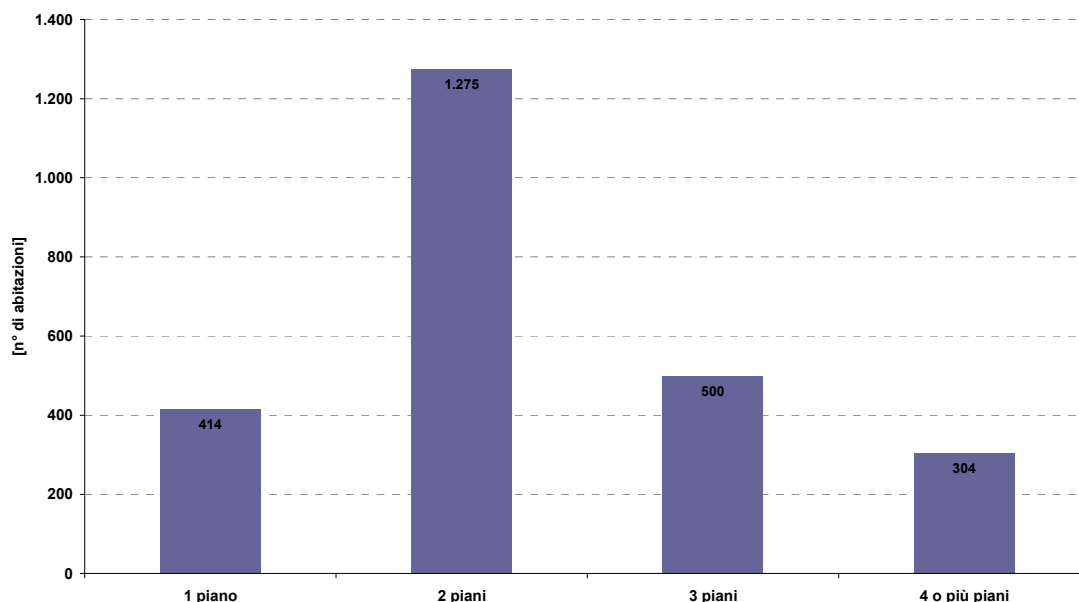


Grafico 4.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate e Istat.

Edifici e abitazioni occupate al 2009 costruiti/e per epoca storica ad Albiate

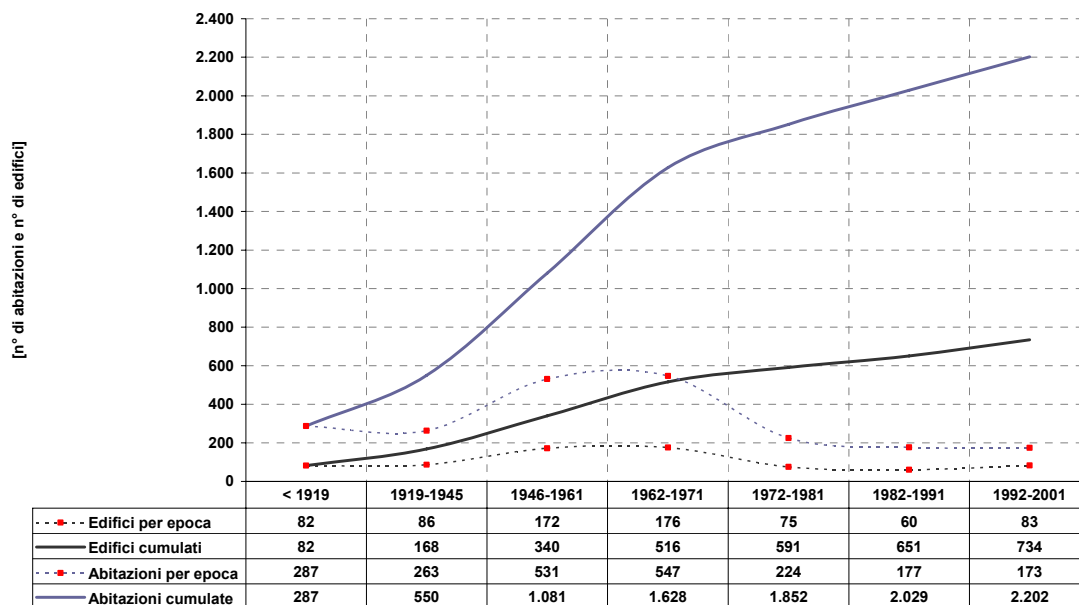


Grafico 4.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate e Istat.

Osservando le curve tratteggiate del Grafico 4.11 si evidenzia chiaramente il decremento, nel corso degli anni, del numero di abitazioni per edificio, tendenza registrata soprattutto nei comuni di dimensioni medio-piccole. Infatti nei contesti urbani di maggiori dimensioni, all'opposto, nel corso degli ultimi anni si media una tendenza allo

sviluppo di comparti edificati con numerose abitazioni per edificio ed altri di edilizia più sparsa e rada.

Il Grafico 4.11 non riporta l'informazione riferita all'ultimo periodo (2002-2009) non essendo disponibile il dato relativo al numero di fabbricati. Il dato riferito al numero medio di abitazioni per edificio fra 1900 e 2001 è riportato invece nel grafico seguente: si passa da circa 3,5 abitazioni per edificio nei primi anni del '900 a poco più di 2 abitazioni per edificio nelle annualità 1992-2001. I valori riportati, chiaramente, si riferiscono a valori medi per cui nel dettaglio, si attesterà la presenza nel territorio comunale di edifici sia sopra che sotto i valori riportati nel grafico. In termini energetici, l'abitazione inserita in edifici di maggiori dimensioni (condomini e non villette isolate mono-bifamiliari) risulta meno energivora avendo, la stessa, alcune pareti murarie in comune con altri alloggi riscaldati.

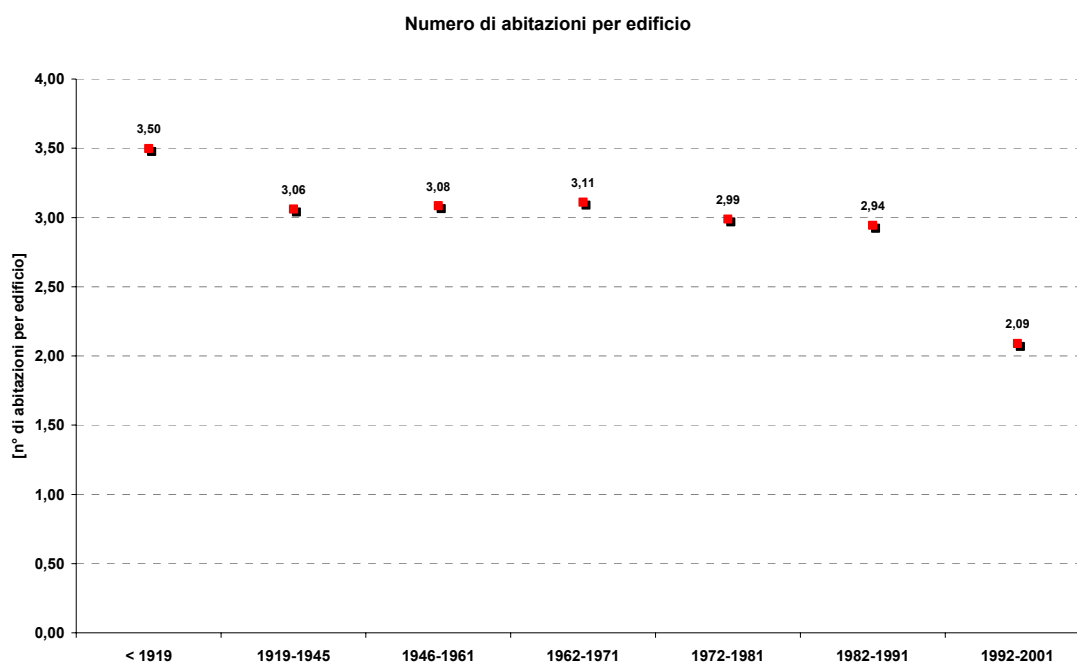


Grafico 4.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

Ai fini della modellazione del parco edifici residenziali, l'unità minima considerata dal modello di calcolo è l'abitazione, di cui è necessario identificare determinati parametri termofisici e geometrici, meglio descritti nei paragrafi seguenti. Da un punto di vista geometrico, un dato base per la modellazione è il numero di piani fuori terra, mentre da un punto di vista termofisico il dato base è l'epoca di costruzione. Sulla base dell'epoca di costruzione è possibile ipotizzare, considerando le tecniche costruttive attestare localmente, l'utilizzo di determinati materiali e tecnologie edilizie con specifici valori di trasmittanza. In questo senso è utile rappresentare una matrice che incroci il numero di abitazioni occupate per epoca di costruzione dell'edificio in cui sono collocate e numero di piani fuori terra. Il Grafico 4.13 disaggrega il dato delle abitazioni occupate secondo questo criterio. La disaggregazione, invece, in termini percentuali, calcolati sulla singola epoca di costruzione, è riportata nel Grafico 4.14.

Di seguito alcune osservazioni:

- nel corso degli anni resta sempre elevata (e preponderante) la quota di abitazioni inserite in edifici con 2 piani fuori terra (nel periodo 1919-1945 risulta pari al 60 % circa delle abitazioni costruite in quell'epoca);
- nel corso degli anni risultano anche particolarmente incidenti, con variazioni annuali, anche le abitazioni inserite in edifici da 1 e 3 piani fuori terra;
- risulta, meno rilevante, ma pur sempre variabile, la quota di alloggi inseriti in edifici con 4 o più piani fuori terra.

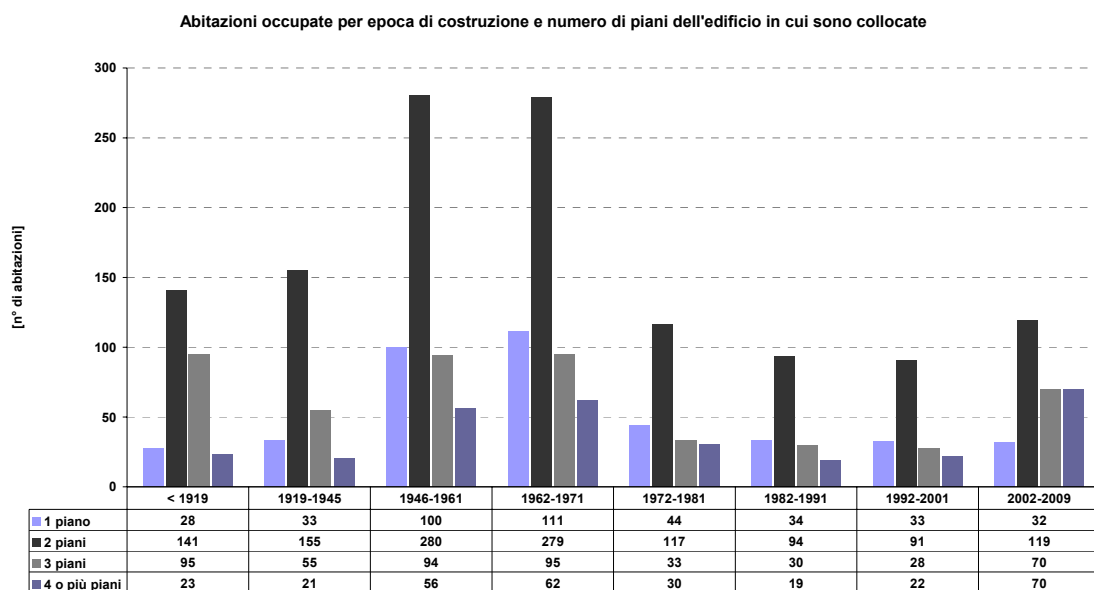


Grafico 4.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

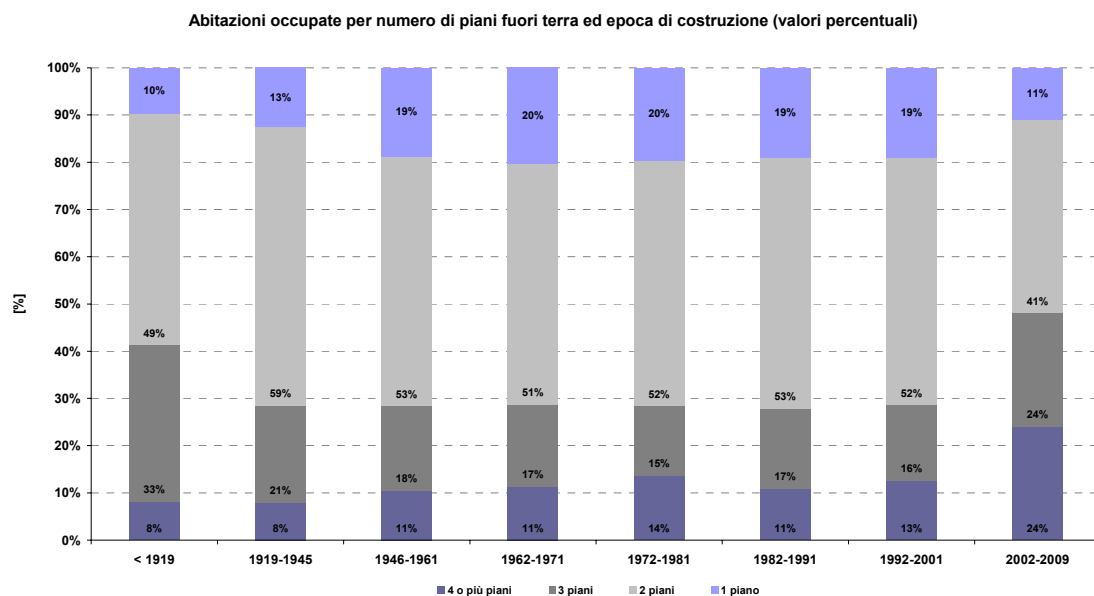


Grafico 4.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

Dal Grafico 4.14 si evidenzia che la disaggregazione percentuale delle abitazioni per numero di piani dell'edificio in cui sono inserite risulta più sbilanciata, per l'edilizia recente, verso un edificato prevalentemente più basso rispetto a quanto attestato negli anni precedenti. La selezione delle zone di città in cui sono stati inseriti i nuovi edifici deriva sia da un confronto diretto con i tecnici del Comune ma anche da un raffronto rispetto alle indicazioni del PGT attualmente vigente. Il numero di piani fuori terra (per l'edilizia dell'ultima fascia cronologica) è stato applicato considerando la media dell'edificato attestato nella singola isola censuaria (o quartiere) in cui si è inserita la specifica abitazione.

Salvo diversa indicazione, tutte le analisi che seguono, faranno riferimento al parco edifici e alloggi abitato e come disaggregato dalla tabella integrata nel Grafico 4.13. Infatti la modellazione dei consumi energetici degli edifici del settore residenziale deve necessariamente riferirsi ad edifici ed abitazioni in cui si attesti un consumo energetico.

Un ultimo dato di riferimento per poter costruire il modello di analisi dei consumi energetici di questi edifici è costituito dalle superfici utili. Nel 2009 in base alle elaborazioni descritte si può ritenere che la superficie delle abitazioni occupate nel Comune di Albiate sia così disaggregata:

- circa 186.703 m² di superficie utile di abitazioni già esistenti al 2001 e risultanti occupate;
- circa 31.621 m² di superficie utile di abitazioni già esistenti al 2001 e risultanti vuote;
- circa 199.579 m² di superficie utile di abitazioni già esistenti al 2001 e risultanti occupate al 2009;
- e circa 28.459 m² di superficie utile di abitazioni di nuova costruzione realizzate fra il 2001 e il 2009 risultanti occupate al 2009.

In totale, al 2009, la superficie delle abitazioni occupate risulta pari a 228.038 m². I dati di superficie sono stati calcolati in base a elaborazioni di dati Istat.

Il Grafico 4.15 ne riporta la disaggregazione per epoca di costruzione dell'edificio e numero di piani fuori terra.

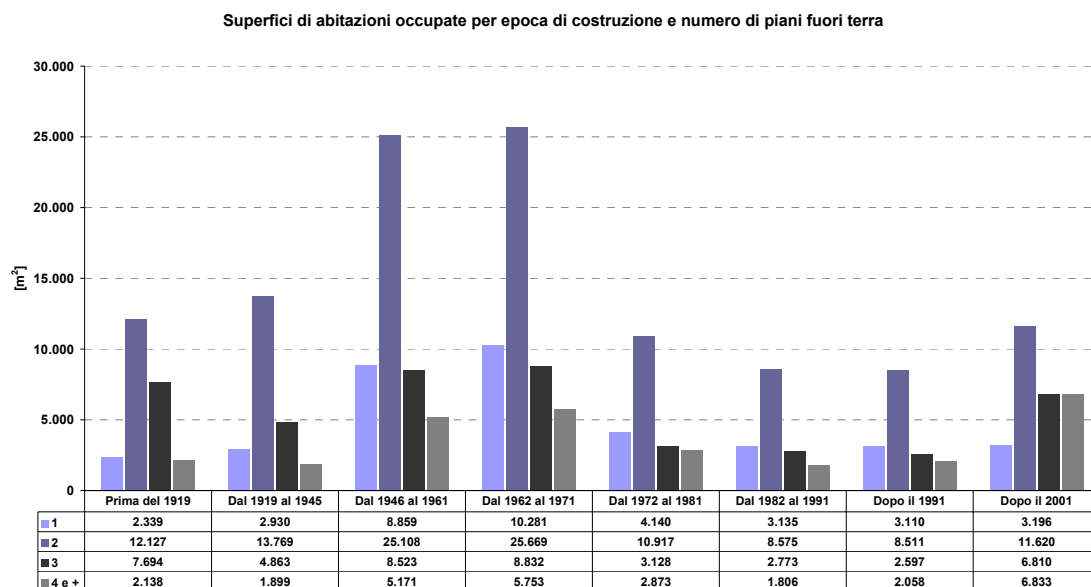


Grafico 4.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

La superficie media delle abitazioni attestate nel Comune di Abiate risulta pari a circa 91,5 m². Il Grafico 4.16 rappresenta la disaggregazione per epoca di costruzione. Si evidenzia che fra 1991 e 2001 sono stati costruiti edifici con una superficie media maggiore rispetto alla media attestata storicamente. Inoltre, si può osservare che in media l'edificato risulta di dimensioni specifiche abbastanza elevate rispetto alla media nazionale attestata nel centro/nord Italia.

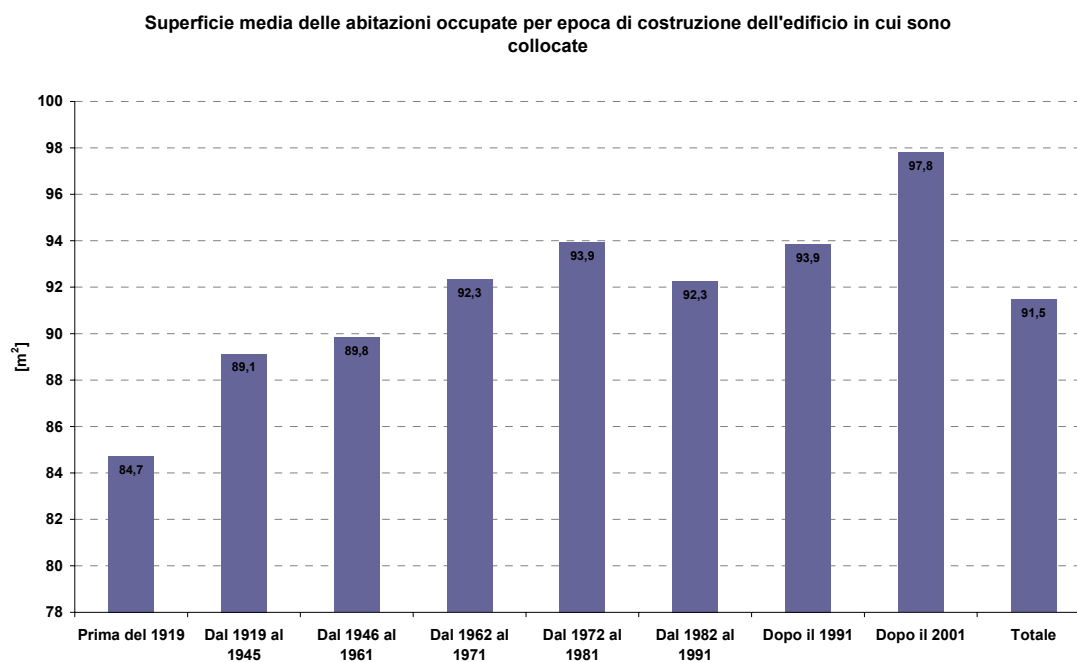


Grafico 4.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

4.2.3 Le isole censuarie

Al fine di ridurre il più possibile l'errore e al fine di permettere un'analisi maggiormente dettagliata è stata prevista una disaggregazione delle abitazioni complessive per isola censuaria (come già analizzate per numero di piani ed epoca di costruzione dell'edificio) a cui le stesse afferiscono. Il dato relativo alle isole censuarie e alle abitazioni in esse contenute è fornito da Istat su base comunale.

Al di là della stima per l'aggiornamento delle abitazioni al 2009, il dato delle isole censuarie permette un'analisi maggiormente approfondita rispetto a quanto dettagliato a livello locale generale. Anche in fase di costruzione di scenari di piano, la disaggregazione per isola censuaria permette la costruzione e la valutazione di politiche spinte verso un livello di dettaglio maggiore.

L'isola censuaria è l'unità minima di riferimento per l'aggregazione dei dati derivanti dai Censimenti Istat e raccoglie l'insieme di più edifici e più unità abitative.

Complessivamente il Comune di Albiate è suddiviso in 14 isole censuarie, denominate con un codice numerico. Il grafico che segue riporta le abitazioni per singola isola censuaria e per epoca di costruzione.

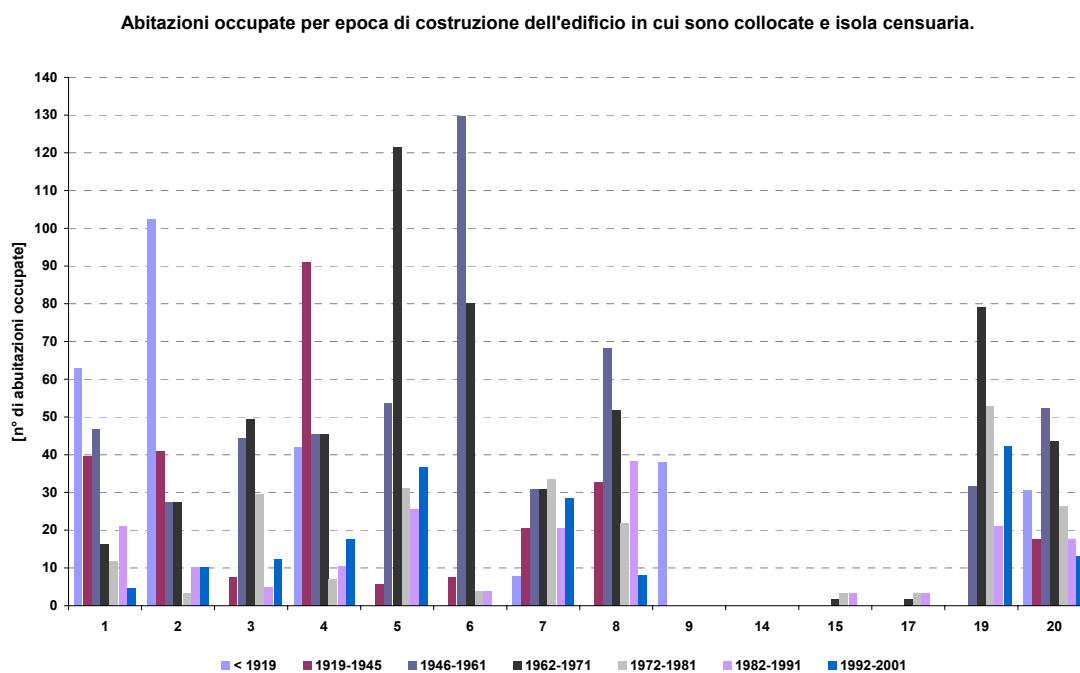


Grafico 4.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate e Istat.

Il nucleo urbano vero e proprio di Albiate è costituito dalle isole censuarie 1, 3, 5, 6, 19 e 20. La zona industriale è, invece, inclusa nelle zone 7 e 15. L'area prospiciente il Fiume Lambro è parte della zona 14 oltre alla zona 2. Le due isole censuarie rappresentative del nucleo storico della città sono la 1, la 2 e la 4 (con minore incidenza anche la 9, la 20 e la 7). L'isola censuaria n° 14 non risulta abitata.

E' possibile descrivere le abitazioni in termini di numero di piano fuori terra dell'edificio in cui sono inserite, con disaggregazione per isola censuaria.

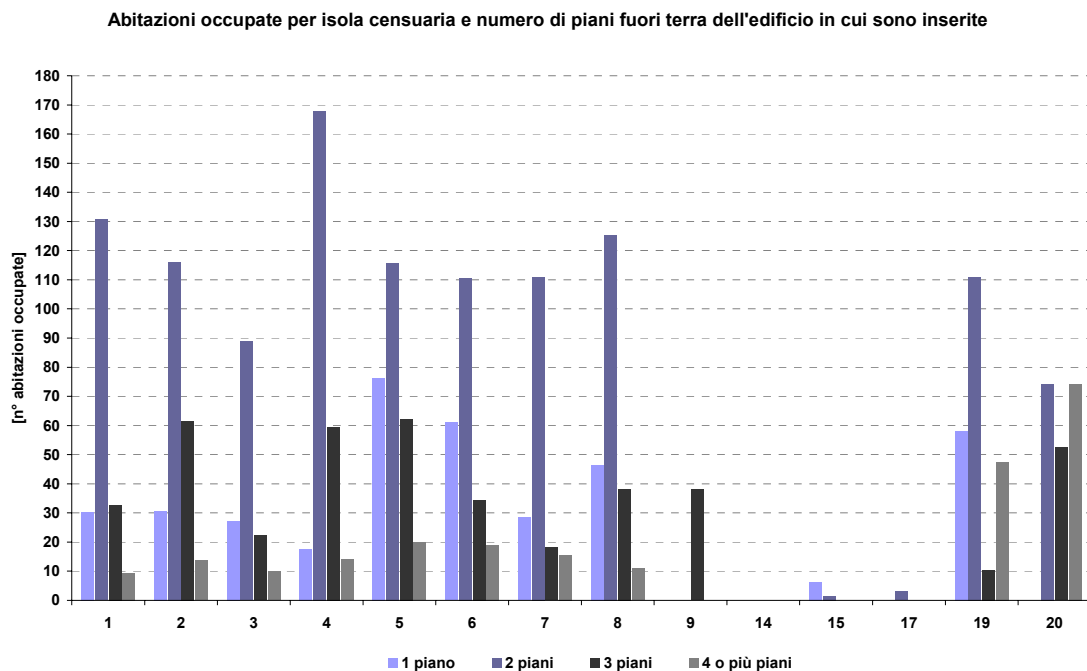


Grafico 4.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

Infine, il grafico che segue disaggrega le superfici medie delle abitazioni, sempre per isola censuaria. La variazione per isola censuaria risulta inclusa fra i 72 e 102 m².

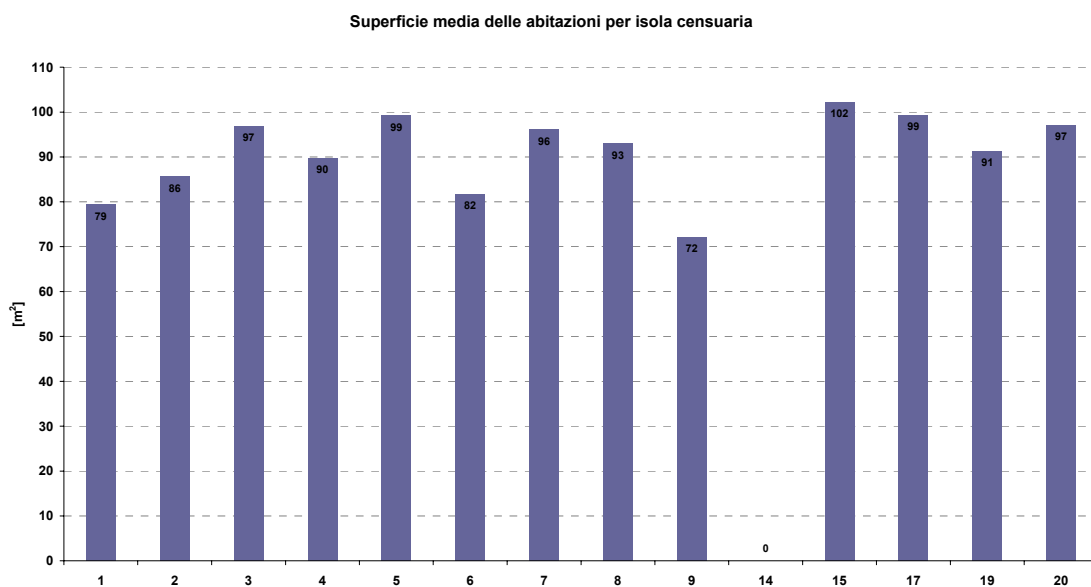


Grafico 4.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Abiate e Istat.

Le nuove edificazioni sono state incluse nelle isole censuarie n° 3, 5 e 20, in base a quanto dettagliato dalla strumento urbanistico vigente in tema di nuove edificazioni. I grafici di questo paragrafo risultano tutti comprensivi anche del nuovo edificato. La tabella seguente riporta i valori rappresentativi di nuove abitazioni per numero di piani fuori terra e per singola isola censuaria relativamente al solo nuovo edificato. L'ultima riga, invece, riporta il valore di superficie delle abitazioni successive al 2001 per isola censuaria.

N° di piani/Isola censuaria	3	5	20
1		5	28
2		16	42
3		4	22
4 o più piani		2	7
Superfici	2.520 m ²	9.822 m ²	16.118 m ²

Tabella 4.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate e Istat.

4.2.4 Le condizioni climatiche locali

La modellazione termofisica del parco edifici metodologicamente segue un approccio di tipo bottom-up. Le elaborazioni prendono l'avvio dai consumi complessivi del settore (per i vari vettori energetici) e, attraverso l'analisi dei componenti disperdenti dell'involucro, si giunge a definire il fabbisogno specifico del parco edilizio disaggregato per le varie epoche storiche di costruzione dello stesso. Un parametro di rilievo per il calcolo dei fabbisogni è costituito dal valore di Gradi Giorno, inteso come somma delle differenze di temperatura, calcolate nella stagione termica, fra la temperatura di comfort interno (20°C) e la temperatura media esterna, nelle singole giornate, includendo nella somma solo le differenze positive. Il D.P.R. 412/93¹, sulla base di una banca dati cinquantennale, definisce il valore di Grado Giorno (GG) per i singoli comuni. Tale valore deve essere preso in considerazione per il calcolo delle dispersioni dell'involucro. Nel Comune di Albiate, la normativa decreta 2.469 GG. Il grado giorno, in altri termini, è un indicatore dell'andamento delle temperature e conseguentemente dei consumi energetici legati a queste. Sebbene il grado giorno definito dalla normativa abbia un valore medio abbastanza attendibile, al fine di validare correttamente il nostro modello di calcolo, è necessario prendere in considerazione un valore specifico di gradi giorno relativo all'anno di riferimento dei consumi energetici su cui si valida il modello. In genere si registra un andamento abbastanza variegato fra quanto definisce la normativa e quanto viene calcolato nello specifico anno termico. Le stagioni termiche 2004/2005 e 2007/2008 sono quelle che attestano i gradi giorno reali più simili a quanto definito dalla normativa (errore del - 1,5 % circa). Negli altri casi la variazione risulta anche significativa con errori del + 9 % nel 2005/2006 e del - 15 % nella stagione termica 2006/2007.

I dati di temperatura media giornaliera utilizzati per calcolare i gradi giorno reali registrati per il Comune di Albiate derivano dalle rilevazioni della Centralina Arpa Lombardia posizionata nel Comune di Carate Brianza (Viale Brianza), a 256 m s.l.m., con sensore termometrico attivo dal 1° aprile 1996 a tutt'oggi. Non essendoci altre centraline site in

¹ Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993 n° 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4 della Legge 9 gennaio 1991 n° 10"

territorio prossimo a quello del Comune di Albiate si ritiene rappresentativo il dato misurato dalla centralina indicata.

Il Grafico 4.20 descrive l'andamento dei Gradi Giorno ad Albiate nel corso delle stagioni termiche comprese fra il 2004/2005 e il 2009/2010.

Per stagione termica s'intendono, nel Comune di Albiate, i 183 giorni annuali (compresi fra il 15 ottobre ed il 15 aprile) in cui è permesso l'utilizzo di generatori di calore per la climatizzazione invernale. Il tratteggio arancione (nel grafico 4.20) rappresenta i gradi giorno standard definiti da normativa.

La stagione termica di riferimento per la validazione del modello (2009), fa registrare un valore di 2.572 GG, del 4 % circa più alto rispetto a quanto definito dalla normativa vigente. Si precisa che la selezione dell'annualità di validazione del modello considera l'annualità più vicina in cui risultano disponibili tutti i dati di temperatura, di consumo per usi termici e di aggiornamento dello stato dell'edilizia.

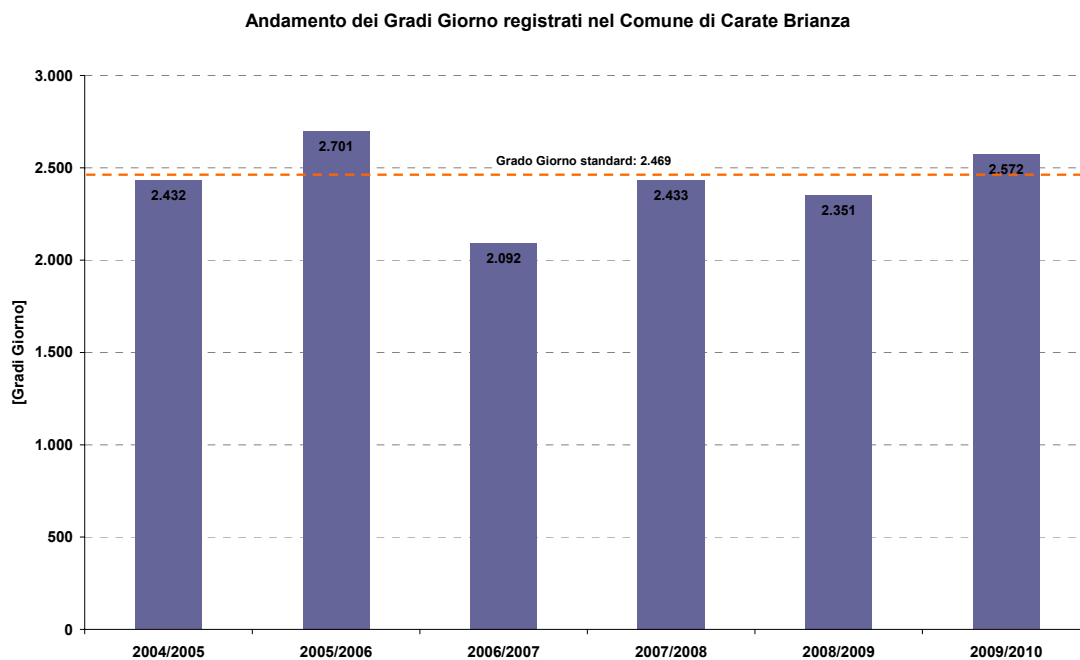


Grafico 4.20 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia

I grafici, seguenti, invece, sintetizzano il dato relativo alla temperatura media giornaliera registrata nel corso degli anni analizzati.

Andamento delle temperature medie giornaliere nel 2005 e nel 2006

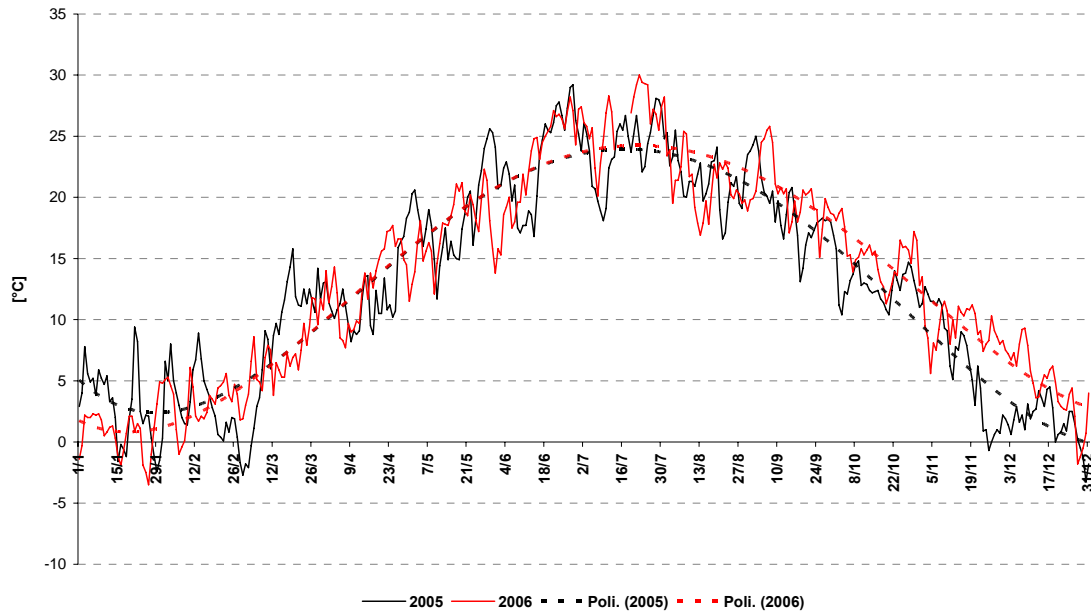


Grafico 4.21 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia

Andamento delle temperature medie giornaliere nel 2007 e nel 2008

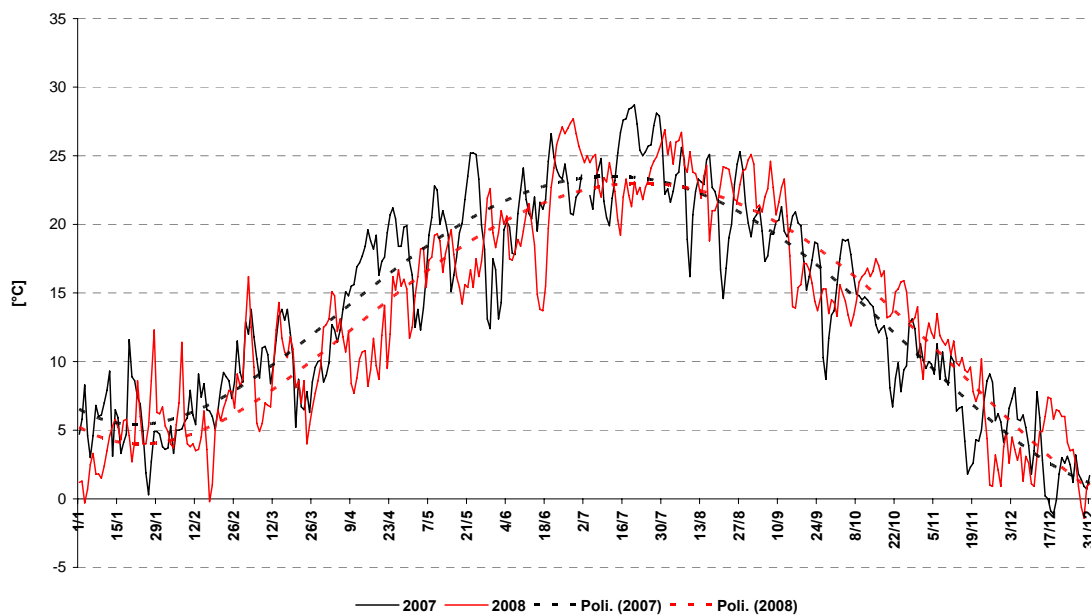


Grafico 4.22 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Andamento delle temperature medie giornaliere nel 2009 e nel 2010

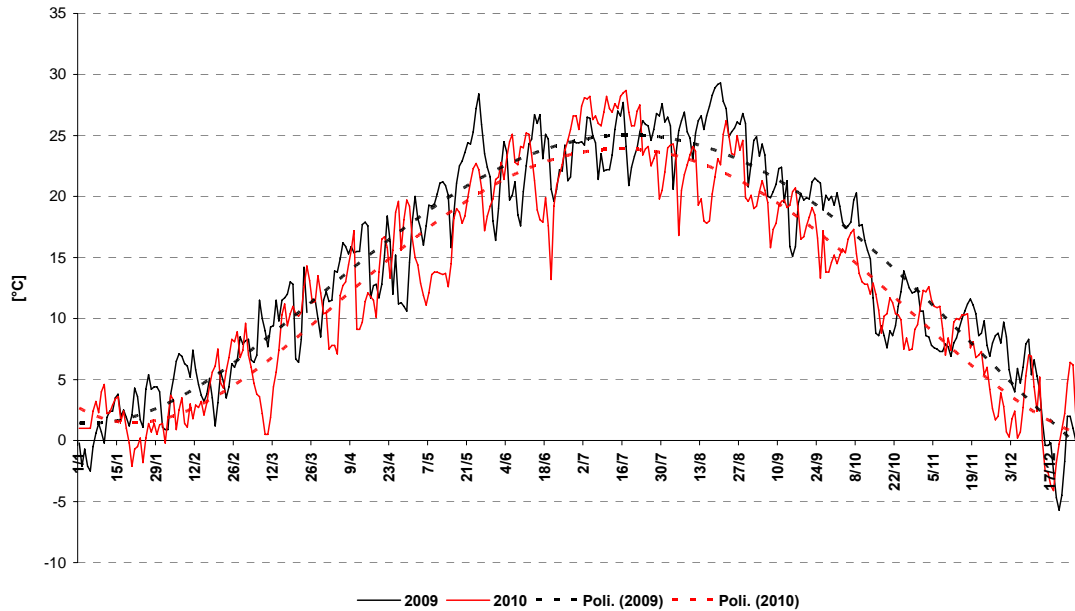


Grafico 4.23 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Le temperature t_e riportate nei grafici rappresentano le temperature medie di riferimento, considerate nelle valutazioni dei Δt per il calcolo delle dispersioni.

Le tabelle 4.5 e 4.6 che seguono riportano il dato di temperatura minima, massima e media riferiti alla singola annualità compresa fra 2005 e 2010 e alla stagione termica. In particolare la tabella 4.6 riporta anche il dato di gradi giorno reali e standard calcolati.

Annualità	Minimo	Massimo	Media
2005	-7,6	35,4	12,8
2006	-6,0	36,6	13,6
2007	-4,6	35,7	13,9
2008	-4,5	32,8	13,5
2009	-7,1	35,8	14,2
2010	-8,2	34,5	12,8

Tabella 4.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

Anno termico	GG	Minimo	Massimo	Media
2004/2005	2.432	-7,6	25,8	6,7
2005/2006	2.701	-7,4	21,4	5,2
2006/2007	2.092	-4,1	25,0	8,6
2007/2008	2.433	-4,6	24,8	6,8
2008/2009	2.351	-6,0	24,6	7,3
2009/2010	2.572	-7,1	23,5	5,9
Standard	2.469			

Tabella 4.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Arpa Lombardia.

4.2.5 I parametri termofisici per il calcolo del fabbisogno dell'involucro

Al fine di costruire un modello rappresentativo del parco edifici comunale è importante comprendere le tipologie costruttive prevalenti in ambito locale, al fine di poter valutare, nello specifico, le dispersioni attestata a livello medio, considerando materiali e tecniche costruttive. Dai dati Istat dell'ultimo censimento emerge che il 50 % degli edifici del comune è realizzato in cemento armato, il 40 % in muratura portante e l'11 % circa con altre tecnologie costruttive.

Ai fini di quantificare i valori di trasmittanza termica delle strutture così suddivise, si sono messe in opera delle semplificazioni, considerando, nell'analisi dei vari subsistemi tecnologici, prestazioni termiche costanti per edifici coevi, applicando valori medi delle caratteristiche termofisiche delle pareti che costituiscono l'involucro edilizio (ossia muri di tamponamento perimetrale, coperture, basamenti e serramenti). In termini generali, la tabella seguente riassume i dati aggregati e semplificati.

Epoca storica	Muratura portante
Prima del 1919	Pietra/mattoni
Dal 1919 al 1945	Pietra/mattoni
Dal 1946 al 1961	Pietra/mattoni + Calcestruzzo armato non coibentato
Dal 1962 al 1971	Pietra/mattoni + Calcestruzzo armato non coibentato
Dal 1972 al 1981	Pietra/mattoni + Calcestruzzo armato non coibentato
Dal 1982 al 1991	Calcestruzzo armato non coibentato + Calcestruzzo armato coibentato
Dopo il 1991	Calcestruzzo armato coibentato

Tabella 4.7 Elaborazione Ambiente Italia.

Per effettuare la modellazione termofisica del parco edilizio, è stato necessario procedere ad una stima della superficie utile e del volume delle varie tipologie di abitazioni (calibrate su valori di S/V specifici per epoca storica e numero di piani dell'edificato), mediante l'ausilio di valori medi ricavati da letteratura e da indagini similari condotte in precedenza in ambiti territoriali connotabili come prossimi da un punto di vista di tecnologia costruttiva. Questi dati, successivamente, sono stati modificati ed aggiornati allo specifico contesto locale.

Oltre alle caratteristiche termo-fisiche, l'analisi ha considerato altri valori rilevanti da un punto di vista energetico come:

- la trasmittanza media calcolata per lo specifico subsistema edilizio ed epoca storica (tabella 4.8);
- l'altezza media delle abitazioni (tabella 4.9);
- il rapporto tra superfici disperdenti e volumi;
- una superficie media delle singole abitazioni differente per ognuna delle tipologie considerate e tale per cui la media complessiva risulta essere coerente con i valori Istat attestati e già descritti nel paragrafo precedente.

Trasmittanza [W/(m ² K)]	Trasmittanza tipica dei subsistemi edilizi per epoca storica						
	< 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1991	> 1991
Pareti opache	1,70	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
Serramenti	4,83	5,02	5,33	4,25	4,25	3,80	3,70
Copertura	1,50	1,40	1,40	1,40	1,30	1,20	1,10
Basamento	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	1,20	1,40

Tabella 4.8 Elaborazione Ambiente Italia.

Altezza media delle abitazioni							
	< 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1991	> 1991
Altezza media [m]	3,40	3,30	3,10	3,00	3,00	2,90	2,80

Tabella 4.10 Elaborazione Ambiente Italia.

4.2.6 Gli impianti termici

Nel Comune di Albiate risultano complessivamente installati 1.984 generatori di calore, pari a 0,8 generatori per abitazione. Il parametro più basso di uno deriva dal fatto che una serie di impianti risultano essere di tipo centralizzato, dunque a servizio di più abitazioni. Complessivamente gli impianti centralizzati rappresentano l'1 % circa degli impianti totale (con una quota di "non noto" pari però al 20 % degli impianti esistenti).

	N° impianti	% impianti
Totale impianti	1.984	100,0 %
di cui autonomi	1.570	79,1 %
di cui centralizzati	18	0,9 %
di cui non noto	396	20,0 %

Tabella 4.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il parco caldaie albiatese risulta essere prevalentemente alimentato a metano. Infatti la quota di caldaie a metano, sul totale delle caldaie esistenti a livello comunale, pesa in misura pari al 93 % circa. La quota di "non noto", in tal caso, incide per il 6 % circa ma credibilmente risulta annettibile ad impianti a gas naturale. Gli impianti a gasolio risultano complessivamente 22 (pari a poco più dell'1 % degli impianti totali presenti a livello comunale).

	N° impianti	% impianti
Totale impianti	1.984	100 %
di cui a metano	1.839	93 %
di cui a gasolio	22	1,1 %
di cui a GPL	1	0,1 %
di cui a biomassa	3	0,2 %
di cui pompa di calore	1	0,1 %
di cui altro	1	0,1 %
di cui non noto	117	5,9 %

Tabella 4.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

In termini di potenza, i generatori più diffusi risultano essere quelli di piccole dimensioni (impianti autonomi) con potenze inferiori ai 35 kW (94 % circa). Risulta, invece, pari al 2 % la quota di impianti di medie dimensioni (50 kW – 115 kW).

	N° impianti	% impianti
Totale impianti	1.984	100 %
di cui di potenza inferiore a 35 kW	1.870	94 %
di cui di potenza compresa fra 35 kW e 50 kW	9	0,5 %
di cui di potenza compresa fra 50 kW e 115 kW	38	1,9 %
di cui di potenza compresa fra 115 kW e 350 kW	30	1,5 %
di cui di potenza maggiore di 350 kW	14	0,7 %
di cui non nota	23	1,2 %

Tabella 4.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Infine, il grafico che segue disaggrega gli impianti analizzati per epoca di costruzione del generatore.

E' evidente che

- il 46 % circa degli impianti risulta installato successivamente al 2000;
- il 21 % degli impianti è compreso fra il 2006 e il 2010;
- non risulta nota la datazione di una quota di impianti pari al 20 % circa;
- un ulteriore 20 % di impianti risulta successivo al 1995 e precedente al 2000;
- solo il 14 % degli impianti risulta datato precedentemente rispetto al 1995.

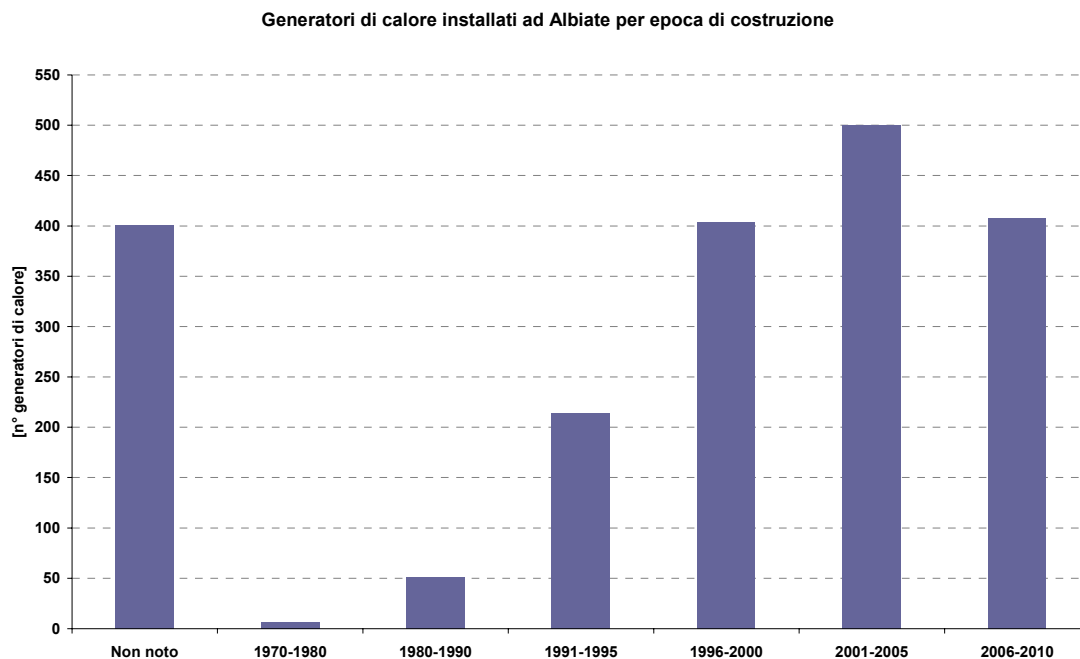


Grafico 4.25 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Anche la datazione, oltre che la tipologia di impianto termico rappresenta un dato in input per il modello di simulazione dal basso che si sta descrivendo. In particolare se nel paragrafo precedente sono state dettagliate informazioni riferite all'involucro edilizio, in questo paragrafo questa analisi permette di attribuire al generatore di calore un parametro di rendimento di generazione utile al calcolo dell'energia finale consumata dall'abitato. Complessivamente si può ritenere che il parco impianti risulti discreto, non troppo spinto verso impianti datati ma con un buon livello di svecchiamenti nel corso degli ultimi anni. Per completezza dell'analisi va sottolineato che i dati riportati fanno riferimento al parco caldaie del settore civile, quindi includono non solo le caldaie installate in unità residenziali ma anche quelle riferibili al settore terziario o agli ambiti riscaldati del settore industriale.

Le tabelle seguenti disaggregano, quindi, il numero di abitazioni servite da una specifica tipologia di impianto. La prima tabella riporta il dato riferito agli impianti autonomi e la seconda riporta il dato riferito agli impianti centralizzati. Viene descritto il numero di abitazioni per epoca di costruzione del generatore di calore e tipologia di vettore di alimentazione dello stesso. Si registrano 1.836 caldaiette autonome di potenza inferiore a 50 kW (di queste solo 9 sono di potenza compresa fra 35 kW e 50 kW, la restante quota risulta inferiore ai 35 kW), di cui il 99 % risulta alimentata a gas naturale. Il 24 % di

queste caldaie risulta precedente agli anni '90, il 30 % risulta annettibile al periodo '90-2000 e la restante quota del 45 % è stata installata negli ultimi 10 anni.

Impianti autonomi							
n° abitazioni	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Totale
Metano	369	74	170	391	417	403	1.824
Gasolio	2	0	0	1	2	1	6
Legna	0	0	2	0	0	2	4
Pompa di calore	0	0	0	0	0	1	1
Altro	0	0	0	0	1	0	1
Totale	371	74	172	392	420	408	1.836

Tabella 4.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Gli impianti centralizzati, invece, servono complessivamente 658 abitazioni; il 90 % di queste unità immobiliari risulta servita da impianti alimentati da gas naturale, mentre la residua quota del 10 % è alimentata da impianti a gasolio. In questo caso risulta più incidente la quota di impianti vetusti. In particolare, il 37 % delle abitazioni riscaldate da impianto centralizzato risulta alimentato da una caldaia installata entro gli anni '90, il 25 % fa registrare la presenza di una caldaia installata nel periodo '90-2000 e la restante quota del 39 % delle abitazioni è riscaldata da un generatore di calore installato negli ultimi 10 anni.

Impianti centralizzati							
n° abitazioni	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Totale
Metano	148	26	81	82	120	134	591
Gasolio	67						67
Totale	215	26	81	82	120	134	658

Tabella 4.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Considerando il totale delle abitazioni servite, la tabella seguente disaggrega il numero di abitazioni per vettore che alimenta l'impianto.

Vettore	N° abitazioni	Incidenza %
Metano	2.415	97%
Gasolio	73	3%
Legna	4	0%
Pompa di calore	1	0%
Altro	1	0%
Totale	2.494	100%

Tabella 4.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Valutando sul totale, invece, l'epoca di costruzione del generatore di calore attualmente installato, il Grafico seguente riporta i dati complessivi delle abitazioni servite per singola fascia d'età del generatore.

Abitazioni servite da impianto di climatizzazione invernale per età del generatore di calore

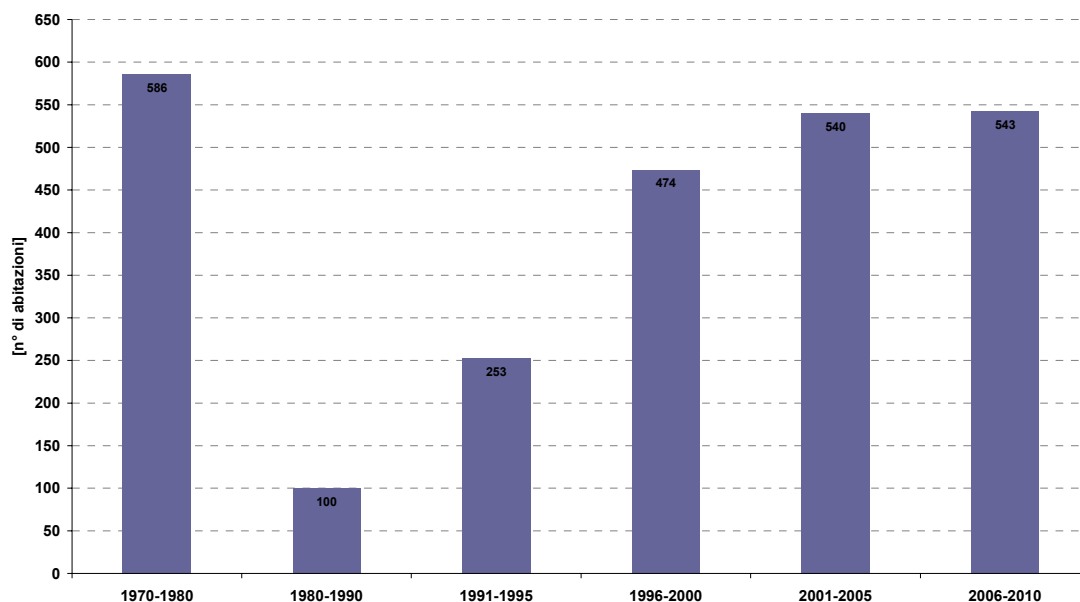


Grafico 4.26 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

In base ai rendimenti minimi di combustione definiti dal D.d.u.o. 15 giugno 2009 n° 6.104 della Regione Lombardia è possibile, per tipologia di impianto, valutare i rendimenti medi stagionali di combustione del parco caldaie descritto. Si precisa che i rendimenti definiti dalla norma citata fanno riferimento all'impianto funzionante al 100 % della potenza nominale e includono esclusivamente le perdite di combustione al camino, a bruciatore acceso. I valori proposti nel grafico seguente, invece, rappresentano i rendimenti di generazione complessiva, dunque inclusivi della somma delle perdite al camino sia a bruciatore acceso che spento e delle perdite al mantello del generatore di calore, per tipologia di impianto. I rendimenti medi sono pesati sul numero di abitazioni servite. Il rendimento medio di generazione si attesta sull'86 % circa. E' possibile valutare il rendimento globale medio stagionale dell'intero sistema edificio-impianto termico considerando i rendimenti degli altri sottosistemi che costituiscono l'impianto termico (sottosistemi di distribuzione, emissione e regolazione). Il prodotto dei vari rendimenti costituisce il rendimento globale medio stagionale dell'intero impianto.

Si valuta per questo calcolo che:

- il sistema di emissione sia costituito nel 90 % delle abitazioni da radiatori a colonne o a piastre e nel 10 % da ventilconvettori (vedi tabella seguente per i valori utilizzati nel calcolo);
- il sistema di distribuzione risulti ad anello per gli impianti autonomi e a montanti verticali per impianti centralizzati (vedi tabella seguente per i valori utilizzati nel calcolo);
- la regolazione sia effettuata secondo lo schema riportato nella tabella seguente:

Tipologia di sistemi di regolazione della temperatura ambiente	
Impianti autonomi precedenti al 2000	Solo termostato ambiente
Impianti autonomi 2001-2005	Cronotermostato ambiente
Impianti autonomi 2006-2010	Cronotermostato ambiente + Valvole termostatiche
Impianti centralizzati precedenti al 1990	Solo sonda climatica esterna
Impianti centralizzati 1991-2005	Sonda climatica esterna + Termostato ambiente
Impianti centralizzati 2006-2010	Sonda climatica esterna + Termostato ambiente + Valvole termostatiche

Tabella 4.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Rendimenti di generazione per epoca di costruzione del generatore di calore e tipologia d'impianto

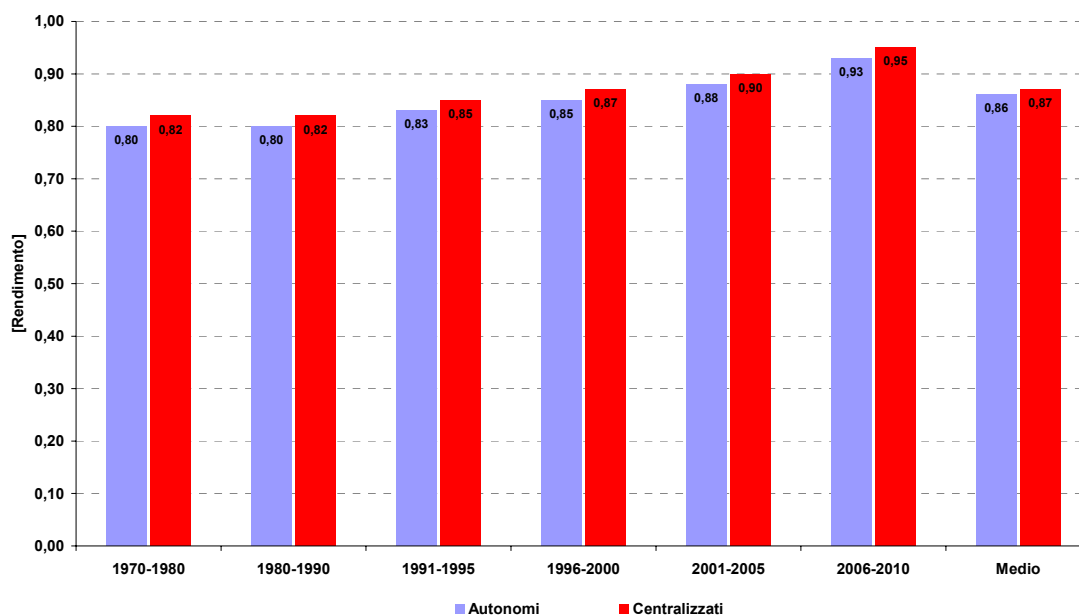


Grafico 4.27 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Generazione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,80	0,80	0,83	0,85	0,88	0,93	0,86
Centralizzati	0,82	0,82	0,85	0,87	0,90	0,95	0,87

Emissione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Centralizzati	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

Distribuzione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
Centralizzati	0,91	0,94	0,97	0,97	0,97	0,97	0,95

Regolazione	1970-1980	1980-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	Medio
Autonomi	0,92	0,92	0,94	0,94	0,94	0,98	0,94
Centralizzati	0,87	0,87	0,97	0,97	0,97	0,98	0,94

Tabella 4.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

E' possibile, infine, valutare il rendimento globale medio stagionale per epoca di installazione del generatore. Il grafico seguente riporta i valori di rendimento complessivo del sistema edificio-impianto termico.

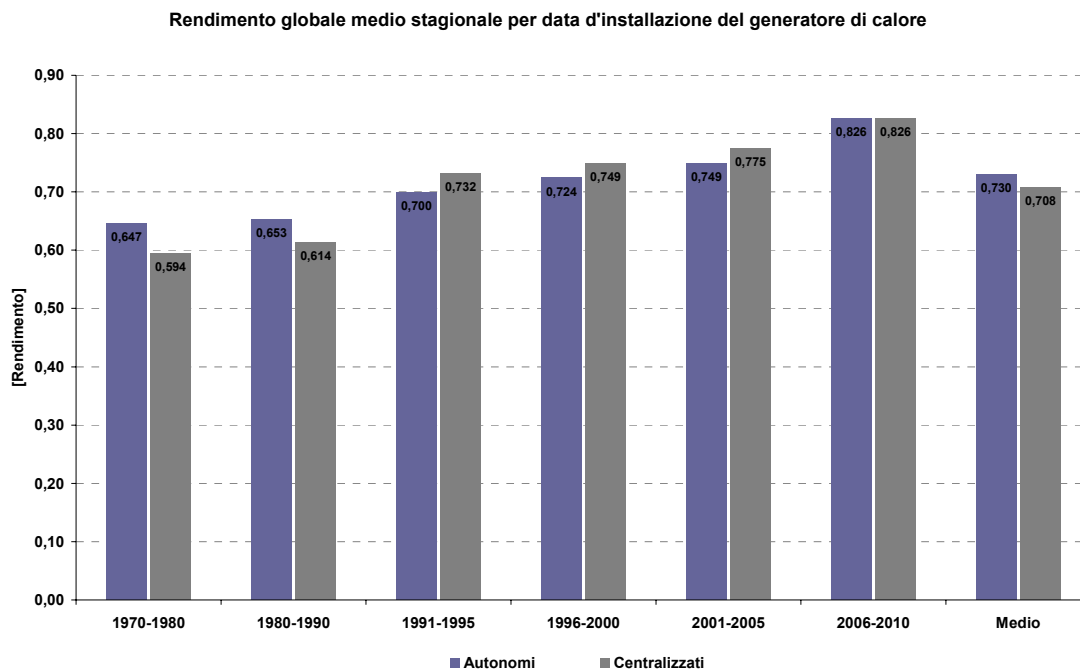


Grafico 4.28 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

4.2.7 Il carico termico totale per il riscaldamento

In base alla correlazione dei dati e delle analisi descritte ai paragrafi precedenti è stato possibile ricostruire il carico termico per il riscaldamento, mediamente richiesto da ciascuna classe di abitazioni.

Si è proceduto al calcolo di:

- calore disperso tramite la superficie opaca;
- calore disperso tramite la superficie trasparente;
- calore disperso tramite i sistemi di copertura;
- perdite di calore derivanti dalla ventilazione naturale degli ambienti;
- rendimento medio dei sottosistemi impiantistici di generazione, distribuzione, emissione e regolazione.

La tabella seguente sintetizza il dato relativo alla disaggregazione del fabbisogno di energia finale per il riscaldamento nel settore residenziale calcolato a livello comunale, suddiviso per epoca di costruzione dell'edificio.

Epoca di costruzione	Fabbisogno di energia finale per il riscaldamento [MWh]
Prima del 1919	3.402
Dal 1919 al 1945	3.219
Dal 1946 al 1961	6.012
Dal 1962 al 1971	5.914
Dal 1972 al 1981	2.348
Dal 1982 al 1991	1.745
Dal 1992 al 2001	1.649
Dopo il 2001	2.148
Totale	26.437

Grafico 4.19 Elaborazione Ambiente Italia

Invece, il Grafico 4.29 disaggrega percentualmente il dato della tabella precedente, mettendo in evidenza l'andamento pressoché costante del carico energetico complessivo nelle edificazioni comprese fra gli anni '70 e gli anni '90 (6 % – 9 %). L'edificato successivo pesa in quota più significativa (22 %). Più incisiva risulta anche la quota parte di consumo attribuibile all'edificato più datato (23 % annettibile al periodo '46 – '91 e quote del 12 % - 13 % per l'edilizia precedente).

Il dato analizzato, tuttavia, non costituisce un indicatore di efficienza del parco edilizio, rappresentando il carico energetico complessivo; le epoche storiche in cui si attestano quote percentuali maggiori di fabbisogno corrispondono, infatti, ai periodi storici in cui, sulla base delle analisi già svolte, si registra la maggiore superficie edificata.

Disaggregazione percentuale dei fabbisogni dell'edilizia di Albiate per epoca di costruzione dell'edificio

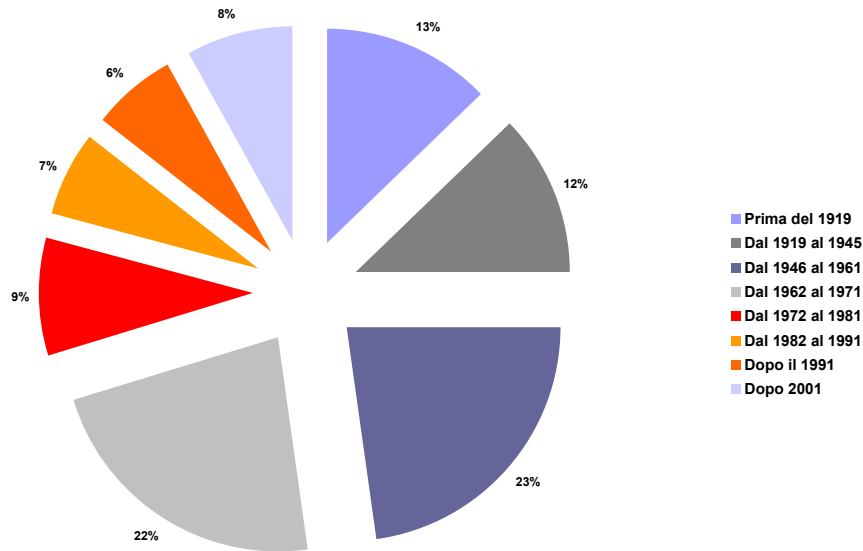


Grafico 4.29 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il Grafico 4.30 pone a rapporto il carico termico complessivo, rappresentato sulle barre, con la quota di volumetria riscaldata, rappresentata dai punti. È abbastanza evidente la linearità fra i due andamenti analizzati nelle singole epoche storiche, ad eccezione dell'ultima fase (dopo il 2001) in cui i rapporti sembrano modificarsi.

Rapporto fra Fabbisogno di energia primaria complessivo (barre) e volumetrie afferenti (punti), per epoca di costruzione

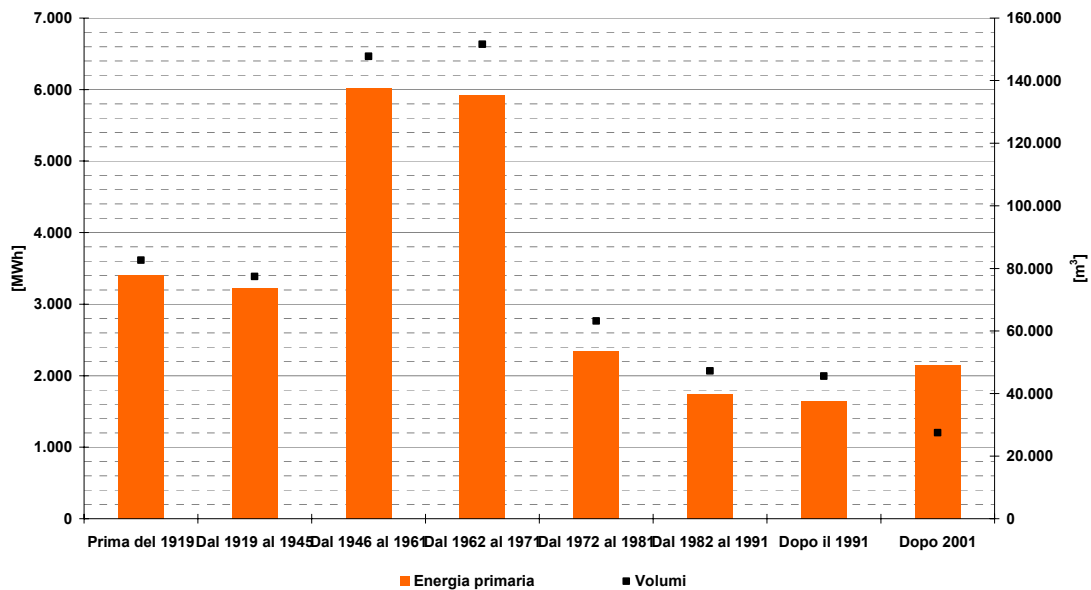


Grafico 4.30 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

Il valore più utile per focalizzare le necessità energetiche per il riscaldamento invernale delle abitazioni comunali viene, infine, delineato nella tabella successiva che raccoglie i valori di fabbisogno di energia finale per unità di superficie utile, mediato su tutti gli appartamenti.

Si tratta di un'ipotesi senz'altro ottimistica: infatti nel calcolo è stata considerata l'intera superficie delle abitazioni occupate, senza considerare decurtamenti derivanti dalla quota relativa agli spazi probabilmente non riscaldati quali corpi scala, eventuali vani tecnici, vani accessori, comunque ritenuti limitati nella specifica situazione locale di Albiate.

Epoca di costruzione	Fabbisogno specifico [kWh/m ²]
Prima del 1919	140
Dal 1919 al 1945	137
Dal 1946 al 1961	126
Dal 1962 al 1971	117
Dal 1972 al 1981	112
Dal 1982 al 1991	107
Dopo il 1991	101
Dopo il 2001	75
Totale	116

Tabella 4.20 Elaborazione Ambiente Italia

La dinamica descritta alla Tabella 4.24 attesta l'ovvio miglioramento registrato nel corso del secolo, dovuto alle variazioni in termini di modalità, strumenti, scelte tecnologiche nel settore delle costruzioni. A partire da inizio secolo si attesta in media una riduzione del 5 % annuo (escludendo l'ultima fase). Gli edifici costruiti dopo il 2001 risparmiano il 46 % circa rispetto a quanto costruito a inizio secolo.

Nell'analisi per le annualità successive al 2001 si è scelto di adeguare i parametri di fabbisogno delle nuove superfici residenziali ai valori limite imposti dalla normativa. Tuttavia, va precisato che l'edificato di Albiate è un edificato prevalentemente basso e decisamente sparso sul territorio. Ciò incide negativamente sulle prestazioni energetiche, in particolare se si considera l'elevato valore del parametro S/V. L'S/V è indice della performance energetica legata al solo profilo geometrico dell'edificio. Esso è il rapporto fra superficie dell'involucro disperdente e volume lordo riscaldato. Più alto è il valore del rapporto S/V peggiore è la qualità in termini di forma dell'edificio. In questo senso un edificato sparso e basso ha S/V elevati, al contrario un edificato compatto (condomini) tende ad avere un rapporto S/V più basso. Le prestazioni indicate dalla nuova normativa nazionale o regionale concedono un maggior consumo a fronte di S/V più alti.

Fabbisogno specifico di energia finale per la climatizzazione invernale per epoca di costruzione

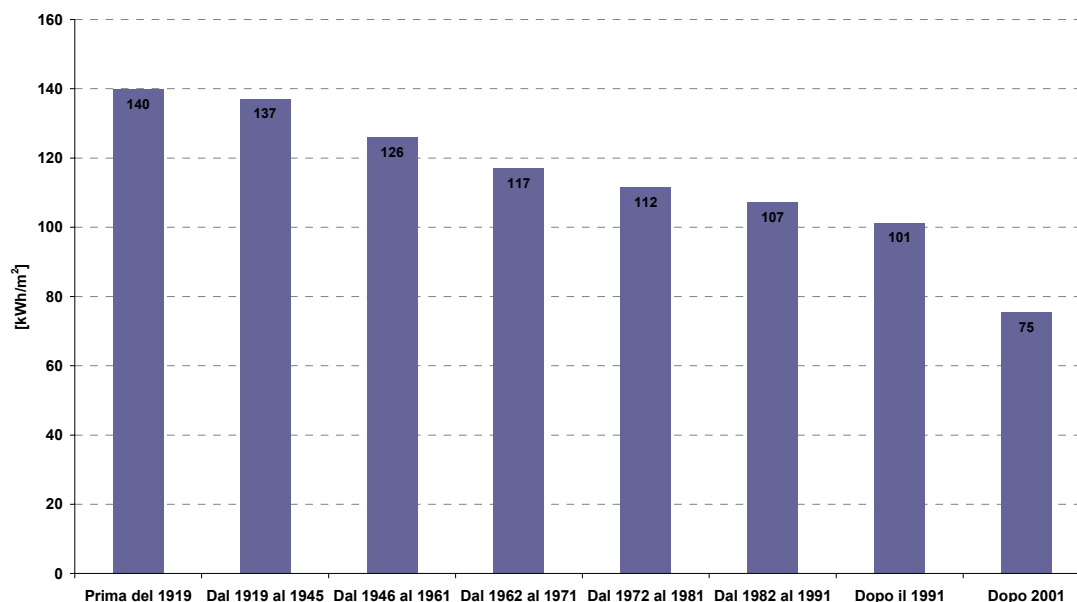


Grafico 4.31 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

È necessario precisare che questi valori non sono indicativi per poter definire, sulla base della classificazione energetica regionale, una classe media dell'edificato comunale. Infatti, nel calcolo è stato considerato un numero di ore di funzionamento dell'impianto termico realistico e non pari a 24 ore come richiede la norma (l'algoritmo ha previsto 11,5 ore al giorno di accensione dell'impianto termico). L'obiettivo di questa modellazione, infatti, è proprio quello di comprendere il reale consumo dell'edificato e le maggiori criticità dello stesso, al fine di poter intraprendere azioni mirate di riqualificazione.

Al fabbisogno di energia finale per la climatizzazione invernale degli edifici deve essere aggiunto anche il fabbisogno di energia finale necessario per la produzione di acqua calda sanitaria, calcolato e direttamente relazionato con la superficie occupata, in linea con i nuovi algoritmi di calcolo definiti dalla UNI TS 11300.1.

E' stato quantificato complessivamente, per il 2009, un fabbisogno termico per la produzione di acs (acqua calda sanitaria) di circa 4.520 MWh, di cui 3.956 MWh afferenti all'edilizia esistente al 2001 e 564 MWh afferenti alle nuove edificazioni attribuite ad Albiate nelle annualità 2002-2009.

La tabella seguente riporta il dato in energia finale.

	Impianto comune con riscaldamento [MWh fin]	Impianto separato gas [MWh fin]	Senza impianto [MWh fin]	Impianto separato elettrico [MWh fin]
Edifici esistenti al 2001	2.532	68	119	1.169
Nuovi edifici 2001-2008	367	0	0	197
Totale	2.898	68	119	1.366
Imputabile in bilancio gas		4.111		

Tabella 4.21 Elaborazione Ambiente Italia

In linea con la UNI TS 11300.1, la valutazione dell'ACS ha considerato, alla superficie media dell'edificato di Albiate, 19,82 kWh/m² anno, calcolati su un $\Delta\theta$ fra temperatura dell'acqua in acquedotto (10 °C) e temperatura di erogazione (40 °C) pari a 30 °C. Nella valutazione in energia primaria sono stati considerati i rendimenti dei sistemi di produzione elettrici o a gas naturale (dedicati o centralizzati per produzione calore e acs).

La tabella seguente somma i fabbisogni calcolati complessivi di settore limitatamente agli usi termici:

- il 4 % circa è legato agli usi cucina
- l'80 % è invece annettibile alla climatizzazione invernale degli ambienti
- il 16 % si lega, infine, alla produzione di acqua calda sanitaria.

Usi finali	Fabbisogno di energia primaria	Peso %
Uso cucina	1.198 MWh	4 %
• Gas naturale	1.198 MWh	100 %
Uso riscaldamento	26.437 MWh	80 %
• Gas naturale	25.643 MWh	97 %
• Biomassa	40 MWh	0 %
• GPL	0 MWh	0 %
• Gasolio	740 MWh	3 %
• Energia elettrica	11 MWh	0 %
Uso produzione ACS	5.420 MWh	16 %
• Gas naturale	4.111 MWh	76 %
• Biomassa	0 MWh	0 %
• GPL	0 MWh	0 %
• Gasolio	0 MWh	0 %
• Energia elettrica	1.309 MWh	24 %
Totale	33.052 MWh	100 %

Tabella 4.22 Elaborazione Ambiente Italia

Per vettore energetico, la tabella che segue riporta una sintesi dei consumi, sepre limitatamente agli usi termici.

Complessivamente il settore residenziale nel Comune di Albiate, incide sui consumi di gas naturale attestati nel 2009 in quota percentuale pari al 55 % circa. In valore assoluto, nel 2009 il consumo di gas naturale del settore residenziale è stato pari a 3.234.566 m³ di gas naturale.

Usi finali	Gas naturale [m ³]	Energia elettrica [MWh]	Gasolio [t]	GPL [t]	Biomassa [t]
Riscaldamento	2.681.225	11	62,4	0	10,4
ACS	428.440	1.299	0	0	0
Usi cucina	124.900	0	0	0	0
Totale	3.234.566	1.309	62	0	10

Tabella 4.23 Elaborazione Ambiente Italia

Sul nucleo familiare medio di Albiate, il consumo complessivo di energia per la climatizzazione, la produzione di ACS e gli usi cucina pesa in media per un quantitativo annuo pari a circa 13,26 MWh all'anno.

Valutando i consumi con indicatori specifici legati alla popolazione e alle famiglie la tabella seguente ne calcola i rapporti.

	Famiglie	Abitanti
Dati anagrafe	2.493	6.117
Riscaldamento	10,60 MWh	4,32 MWh
Produzione ACS	2,17 MWh	0,89 MWh
Cucina	0,48 MWh	0,20 MWh
Totale	13,26 MWh	5,40 MWh

Tabella 4.24 Elaborazione Ambiente Italia

Limitando l'analisi ai soli consumi di gas naturale:

	Famiglie	Abitanti
Dati anagrafe	2.493	6.117
Riscaldamento	1.076 m ³	438 m ³
Produzione ACS	172 m ³	70 m ³
Cucina	50 m ³	20 m ³
Totale	1.297 m³	529 m³

Tabella 4.25 Elaborazione Ambiente Italia

Il Grafico 4.32, infine, riporta il dato di consumo complessivo e specifico per isola censuaria. La variazione dei valori specifici, fra le singole isole censuarie, è fondamentalmente attribuibile alla variazione della configurazione geometrica degli edifici presenti nella stessa e all'epoca di costruzione, ritenendo costante la tecnologia costruttiva per epoca di costruzione.

Andamento dei consumi di energia per isola censuaria e confronto con i valori specifici di fabbisogno medio per isola censuaria

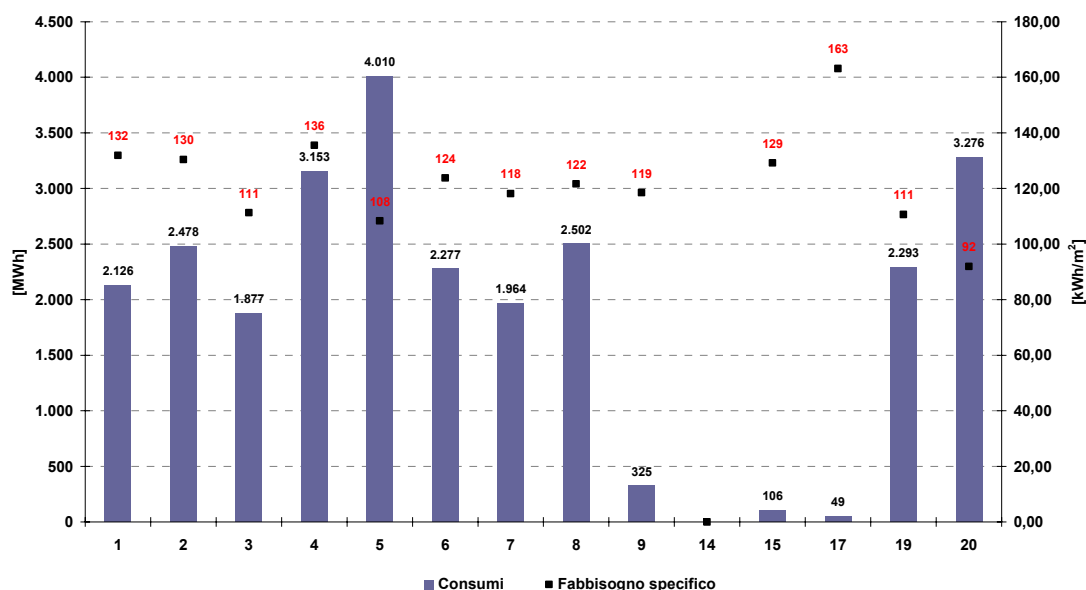


Grafico 4.32 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Curit.

4.3 Gli usi elettrici nel settore residenziale

Come è noto i consumi elettrici nelle abitazioni evolvono secondo l'andamento di due driver principali: l'efficienza e la domanda di un determinato servizio. Mentre il primo driver è di tipo tecnologico e dipende dalle caratteristiche delle apparecchiature che erogano il servizio desiderato (illuminazione, riscaldamento, raffrescamento, refrigerazione degli alimenti ecc.), invece il secondo risulta prevalentemente correlato a variabili di tipo socio-demografico (numero di abitanti, composizione del nucleo familiare medio ecc.).

Per l'analisi di questo settore si è agito, dunque, sui seguenti elementi:

- tempo di vita medio dei diversi dispositivi;
- evoluzione del mercato assumendo che l'introduzione di dispositivi di classe di efficienza maggiore sostituisca in prevalenza le classi di efficienza più basse;
- diffusione delle singole tecnologie nelle abitazioni.

Questo tipo di approccio, denominato bottom-up, permette un'analisi dal basso delle apparecchiature, degli stili di consumo e degli aspetti demografici al fine di modellizzare sul lungo periodo un'evoluzione dei consumi. L'evoluzione dei consumi si connota come risultato finale dell'evoluzione dei drive indicati sopra.

Nel corso degli anni, in alcuni casi, i nuovi dispositivi venduti vanno a sostituire apparecchi già presenti nelle abitazioni e divenuti obsoleti (frigoriferi, lavatrici, lampade ecc.), incrementando l'efficienza media generale. In altri casi, invece, alcune tecnologie entrano per la prima volta nelle abitazioni e quindi contribuiscono ad un incremento netto dei consumi.

Le analisi svolte prevedono un differente livello di approfondimento in base alle tecnologie. In particolare, si è ipotizzato un livello di diffusione per classe energetica nel caso degli elettrodomestici utilizzati per la refrigerazione, il lavaggio e l'illuminazione e per alcune apparecchiature tecnologiche. Negli altri casi si è stimato solo un grado di diversa diffusione della singola tecnologia. Riguardo gli scaldi-acqua elettrici si è ipotizzata una quota di diffusione degli stessi in coerenza con lo scenario termico già descritto.

Nel 2009 i consumi elettrici del settore residenziale corrispondono al 17 % circa dei consumi elettrici comunali.

Il grafico seguente riassume la variazione dei consumi nel corso degli anni e la quota di incremento posto 100 al 2000. In particolare i dati considerati per delineare l'andamento derivano da fonte Enel distribuzione per quanto riguarda le annualità 2006-2009 mentre sono stimati su base provinciale Terna per le annualità precedenti al 2006. Ad eccezione del 2007 si evidenzia una costante crescita dei consumi elettrici nel settore domestico: rispetto al 2000, l'incremento in 9 anni è del 16 % circa. Mentre limitando l'analisi agli ultimi 4 anni (2006-2009) la crescita è stata pari al + 6 %.

In valore assoluto:

- fra 2000 e 2009 i consumi elettrici s'incrementano di circa 954 MWh
- fra 2006 e 2009, invece, la crescita è pari a 362 MWh
- nel 2007 si è registrato un calo dei consumi rispetto al 2006 di circa 210 MWh.

Andamento dei consumi di energia elettrica fra 2000 e 2009 ad Albiate nel settore residenziale e incremento posto 100 al 2000

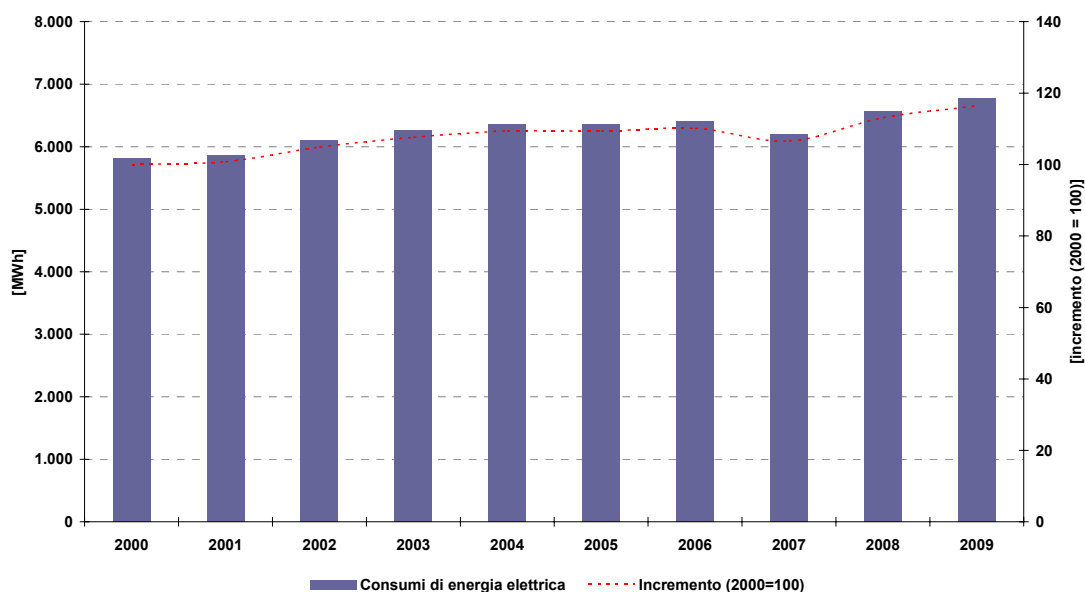


Grafico 4.33 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

In generale nel corso degli anni, l'incremento del fabbisogno elettrico è prevalentemente dovuto alla maggiore richiesta di energia elettrica per i piccoli sistemi di condizionamento estivi e per i sempre più numerosi dispositivi elettronici, che hanno trovato larghi consensi tra le utenze proprio tra la fine degli anni '90 e l'inizio del decennio attuale.

In realtà, però, osservando i grafici seguenti che correlano il consumo elettrico al numero di famiglie e di abitanti residenti a livello comunale emerge una tendenza in atto particolarmente interessante. I consumi, infatti, a livello specifico, tendono a decrescere. Questo implica che nelle famiglie e nelle case si stanno diffondendo tecnologie a sempre maggiore performance energetica. Si tratta di una decrescita contenuta ma certamente rilevabile: fra 2000 e 2009 si passa da 2,87 a 2,71 MWh per famiglia. A livello di abitanti la riduzione è segnata da un passaggio da circa 1,18 a 1,11 MWh per abitante.

Il calo dei consumi registrato nel 2007 non si giustifica in rapporto alla struttura demografica del territorio né in relazione all'andamento climatico estivo che potrebbe influenzare i regimi di climatizzazione estiva.

Confronto fra i consumi elettrici, andamento dei nuclei familiari e andamento della popolazione ad Albiate fra 2000 e 2009

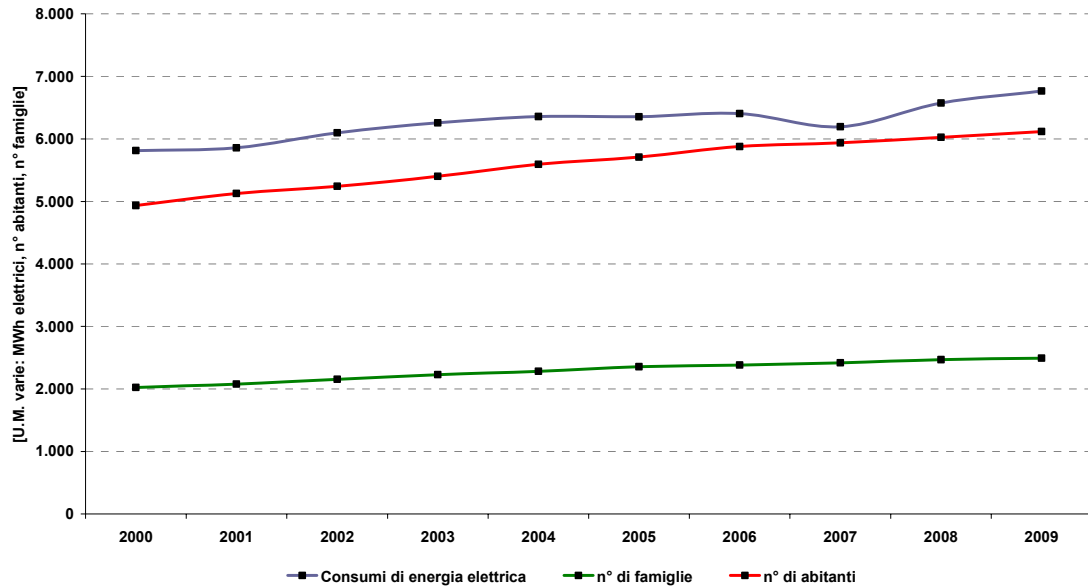


Grafico 4.34 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Consumi specifici di energia elettrica nel settore residenziale per abitante e per famiglia fra 2000 e 2009

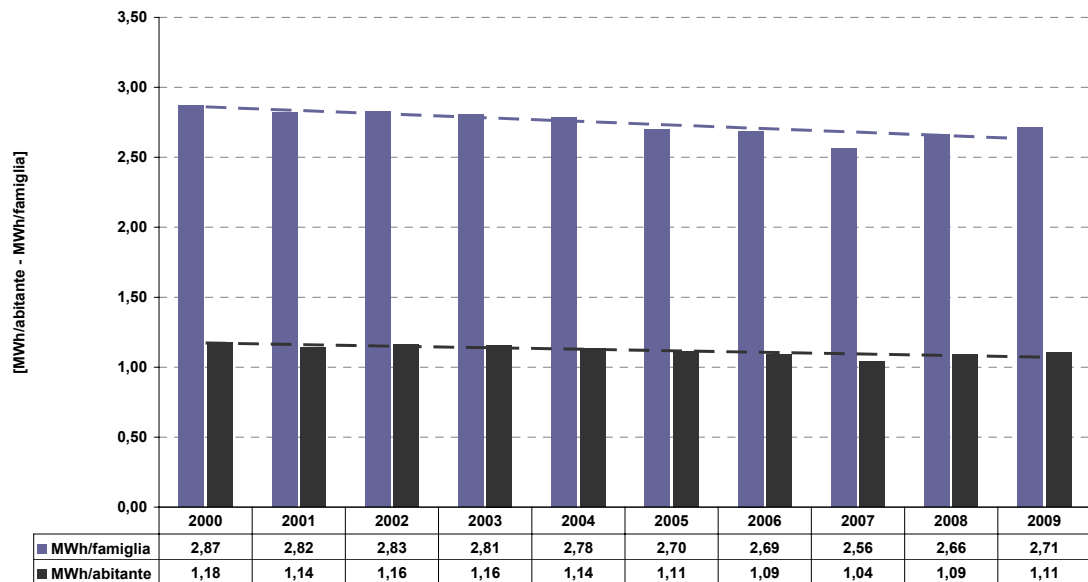


Grafico 4.35 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Per disaggregare a livello comunale i consumi elettrici, sulla base degli usi prevalentemente attestati a livello comunale, sono state considerate rappresentative dello scenario comunale alcune indagini condotte a livello nazionale, che se da una parte riescono a rappresentare in modo esauriente la situazione delle abitazioni italiane a causa dell'esteso campione di indagine, dall'altra non possono mettere in evidenza le ultime modificazioni delle abitudini delle utenze, soprattutto in termini di diffusione della climatizzazione, soprattutto a livello locale. Per tale ragione queste ultime informazioni sono state completate e integrate con informazioni desunte tramite indagini eseguite ad hoc in alcuni Centri Commerciali dell'Italia settentrionale. Si è potuto quindi osservare come dal 2002/2003 le vendite di dispositivi per la climatizzazione estiva abbiano superato di gran lunga quelle di frigoriferi, ad esempio considerando il fatto che se un frigorifero nuovo va quasi sicuramente a sostituirne uno vecchio, la stessa affermazione non è valida per i condizionatori che entrano, nella maggior parte dei casi, per la prima volta nelle abitazioni.

Nello specifico l'insieme delle indagini utilizzate per stimare i consumi elettrici finali si sono basate, dal più recente al più obsoleto, sui seguenti punti:

- Analisi dell'Erse riguardante il Fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva di edifici tipo situati in località di riferimento del 2010
- Analisi dell'Erse riassunte nel Rapporto sul supporto scientifico alle politiche energetiche nazionali del 2010
- Le analisi di ENEA e CESI Ricerche riportate nelle Proposte per il Piano Nazionale di Efficienza Energetica della Commissione Energia di Confindustria del 2007.
- I dati sulle vendite del centro commerciale Mercatone Uno di Villafranca d'Asti da agosto 2002 a giugno 2004 di grandi elettrodomestici.
- Interviste agli operatori del Centro Commerciale Valecenter di Marcon (VE) e Airone di Monselice (PD) effettuate nel 2006.
- Il progetto MICENE condotto dal gruppo eERG (End-use Energy Research Group) del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano nel 2004 relativo al monitoraggio dei consumi elettrici finali in 110 abitazioni italiane
- I dati di vendita di apparecchiature elettriche rilevati in punti vendita italiani (vedi Piano Energetico per la riduzione delle Emissioni nel Comune di Bologna, 1999)
- Il database predisposto dall'*IFR Italia* contenente i dati di consumo e le caratteristiche dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al giugno 1995, e fino a gennaio del triennio 1997-1999.
- Il database relativo a frigoriferi e congelatori riportato nella rivista "Apparecchi elettrodomestici", per i prodotti del 1998
- I dati di consumo, pubblicati dall'ENEA, dei singoli modelli di frigocongelatori, lavabiancheria e lavastoviglie presenti sul mercato italiano al 1991, 1993 e 1998;
- Ed infine i dati risultanti dalle elaborazioni effettuate da Ambiente Italia per i Piani Energetici di diversi Comuni e Province italiane in relazione ai consumi per refrigerazione, lavaggio biancheria e stoviglie, illuminazione, apparecchiature elettroniche, acqua calda sanitaria, riscaldamento ambienti e condizionamento.

Il grafico che segue riporta, per usi finali, la disaggregazione dei consumi di energia elettrica nel settore residenziale.

Consumi finali di energia elettrica per uso finale nel 2009 ad Albiate

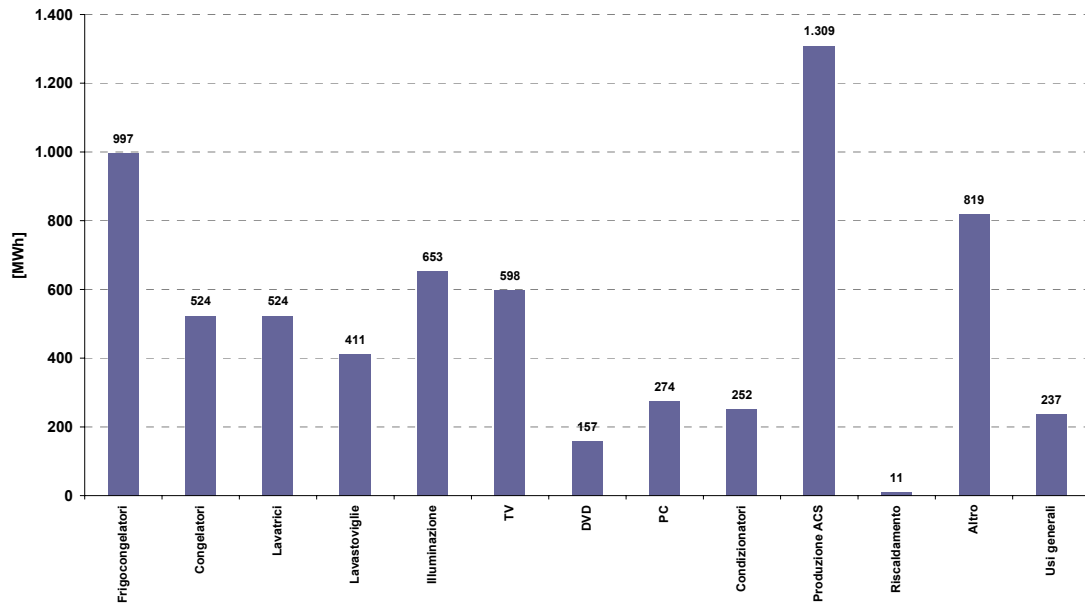


Grafico 4.36 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Disaggregazione percentuale dei consumi elettrici nel settore residenziale per usi finali al 2009

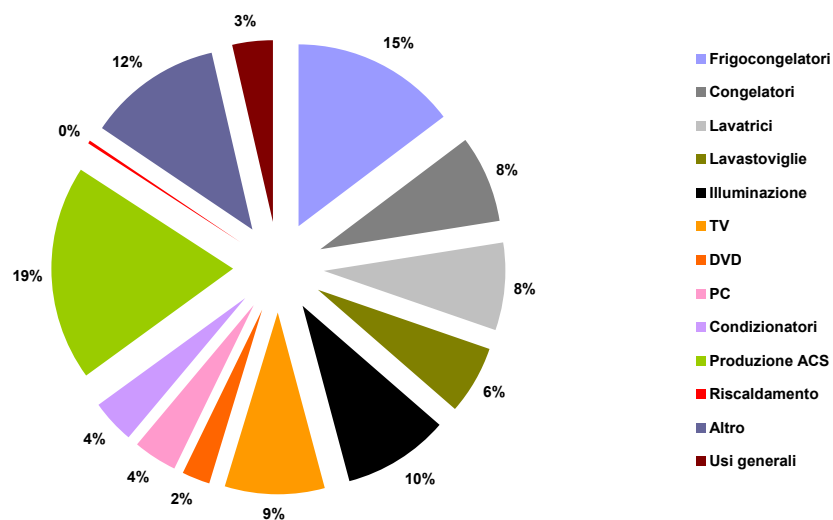


Grafico 4.37 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

Analizzando le disaggregazioni emerge che:

- i consumi più elevati (19 % circa) spettano ai boiler elettrici utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria, in coerenza con lo scenario costruito per l'analisi sul lato termico;
- gli usi generali dell'abitazione incidono per il 3 % e includono i sistemi di illuminazione dei cortili o delle parti comuni degli edifici, l'energia consumata per produrre forza motrice (ascensori, serrande e cancelli elettrici), i consumi elettrici degli ausiliari degli impianti termici. Nella stessa voce si includono i consumi elettrici di locali deposito condominiali o privati e i consumi dei box auto;
- pari al 10 % risulta invece il peso sia dei sistemi di illuminazione degli ambienti domestici
- il condizionamento estivo delle abitazioni incide in quota pari al 4 % circa;
- le tecnologie diffuse in modo capillare in tutte le abitazioni, lavatrici e frigoriferi, incidono in quota pari rispettivamente all'8 e al 15 %;
- le apparecchiature elettroniche (televisione, DVD, VHS, PC) fanno registrare consumi in quota pari all'11 %;
- lavastoviglie e congelatori, tecnologie non presenti in tutte le abitazioni, incidono in quota pari al 6 % e all'8 % rispettivamente;
- la quota del 12 % indicata alla voce altri usi, invece, include le cucine elettriche, forni a microonde, l'utilizzo di ferri da stiro, frullatori, aspirapolvere e altre tecnologie domestiche di uso più saltuario e che consumano energia elettrica.

I criteri utilizzati per la modellizzazione sono esplicitati nella tabella seguente. Relativamente alla produzione di ACS le quote di energia derivano dal calcolo del fabbisogno di energia termica e dal rapporto dello stesso con un rendimento di generazione tramite impianto elettrico. I valori di consumo riferiti alle classi energetiche descritte nella tabella che segue fanno riferimento a quanto è attualmente sul mercato per le singole tecnologie e a quanto la normativa tecnica europea ipotizza di implementare nei prossimi anni. La percentuale di diffusione indica l'indice di presenza della specifica tecnologia nelle abitazioni.

Tecnologie	Consumo annuo [kWh/anno]	Diffusione	A [kWh/anno]	A+ [kWh/anno]	A++ [kWh/anno]
Frigocongelatori	400	100 %	330	255	184
Lavatrici	210	100 %	209	187	165
Congelatori	350	60 %	265	201	145
Lavastoviglie	300	55 %	294	Non previsto	Non previsto
TV	200	120 %	250	Non previsto	Non previsto
PC	100	110 %	94	Non previsto	Non previsto
DVD	70	90 %	70	Non previsto	Non previsto
Hi-Fi	60	80 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Ferro da stiro	100	100 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Cucina elettrica	150	70 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Forno microonde	70	50 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto
Altro	40	100 %	Non previsto	Non previsto	Non previsto

Tabella 4.26 Elaborazione Ambiente Italia

Riguardo all'illuminazione degli ambienti si è proceduto definendo un fabbisogno in lumen per l'abitazione media albiatese, secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

Vani	Superficie [m ²]	Lux	Lumen
Cucina	15	250	3.750
Camere	31	200	6.200
Sala	25	200	5.000
Bagno	10	100	1.000
Corridoio	5	80	400
Ripostiglio	5	50	250
Superficie media	91		

Tabella 4.27 Elaborazione Ambiente Italia

Sono state considerate, inoltre, delle efficienze medie per tipologia di lampada installata in grado di soddisfare il fabbisogno di lumen descritto. I consumi sono stati calcolati considerando 700 ore annue equivalenti di funzionamento.

Tipo di lampada	Diffusione	lm/W
Incandescenza	40%	15
Fluorescente	50%	60
Alogena	10%	20
LED	0%	71,5
Totale	100%	21,20

Tabella 4.28 Elaborazione Ambiente Italia

Infine, per la climatizzazione estiva si è proceduto considerando delle potenze massime in W/m² distinte per numero di piani fuori terra ed epoca di costruzione dell'edificio.

Ad esse sono state abbinate delle ore di funzionamento alla massima potenza, anch'esse differenziate per epoca di costruzione e numero di piani fuori terra. In tal modo è stato possibile valutare un consumo specifico medio annuo in Wh/m² di superficie. L'analisi ha valutato esclusivamente i fabbisogni annettibili all'edificio successivo agli anni '60. Si ritiene che quanto realizzato in precedenza non necessiti di impianti di climatizzazione estiva.

È stato considerato un fattore di diffusione del 40 % circa di dette tecnologie nelle abitazioni e un parametro di efficienza dell'impianto EER pari a 2,5. Il grafico che segue riporta il fabbisogno complessivo (senza l'applicazione del livello di diffusione).

Disaggregazione dei fabbisogni elettrici per la climatizzazione estiva per epoca di costruzione dell'edificio e numero di piani fuori terra

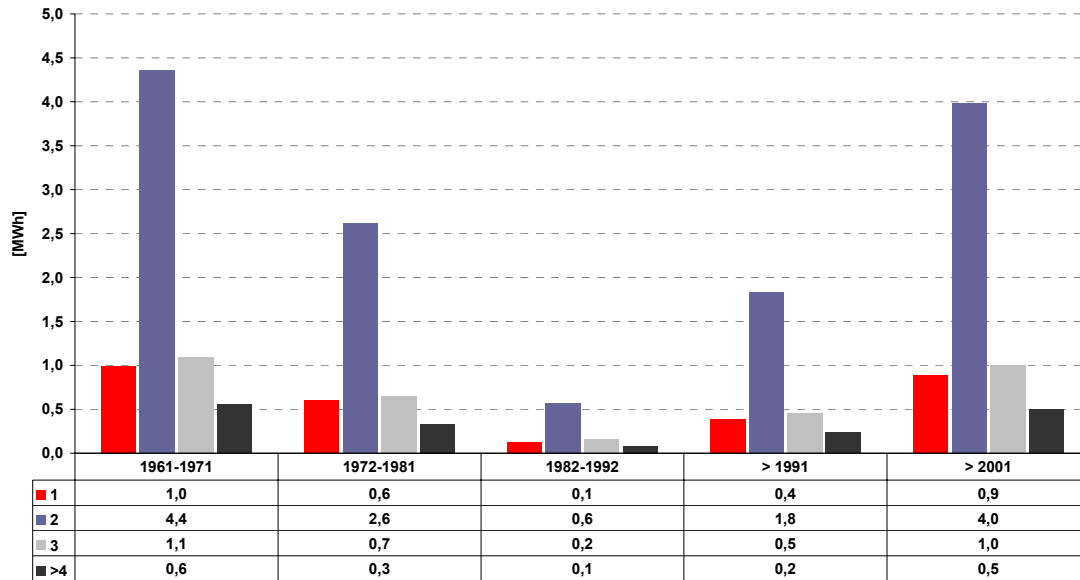


Grafico 4.38 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Enel distribuzione.

5 IL SETTORE TERZIARIO

5.1 I dati di bilancio

Il settore terziario ha assorbito nel 2009 il 12 % circa dei consumi complessivi del Comune di Albiate, pari a poco meno di 11,6 GWh: di questi, il 69 % circa è legato allo sfruttamento di vettori energetici per usi termici e la quota residua è annessa, invece, agli usi elettrici non finalizzati a produzione di energia termica. Il grafico che segue disaggrega per vettore energetico l'uso finale attribuibile al settore terziario.

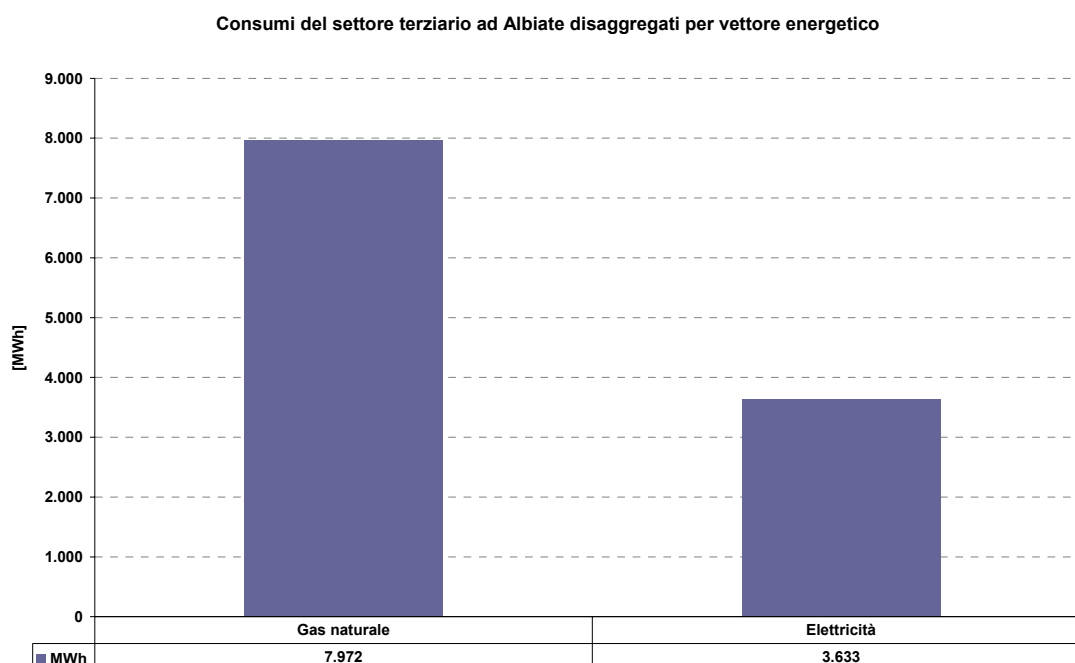


Grafico 5.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

È evidente che nel settore terziario, rispetto al residenziale, le proporzioni fra i vettori in bilancio si modificano segnando una maggiore prevalenza dei consumi elettrici che incidono per il 31 % dei consumi complessivi di settore (3,6 GWh). Il gas naturale, primo vettore energetico utilizzato per quantità, incide per il 69 % dei consumi di settore con circa 8 GWh di consumo in valore assoluto.

Il settore pubblico (illuminazione pubblica e gestione edifici comunali) impegna il 15 % dei consumi complessivi di settore.

Il Grafico che segue riporta i valori percentuali attribuibili ai consumi del singolo vettore.

Disaggregazione percentuale dei consumi di Albiate al 2009 per vettore energetico nel settore terziario



Grafico 5.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Se il ragionamento viene trasposto alle emissioni di CO₂ si conferma la maggiore incidenza del gas naturale sulle emissioni di settore (che scende a quota 51 % delle emissioni di settore, contro il 69 % di peso sui consumi).

Emissioni di CO₂ del settore terziario ad Albiate disaggregate per vettore energetico

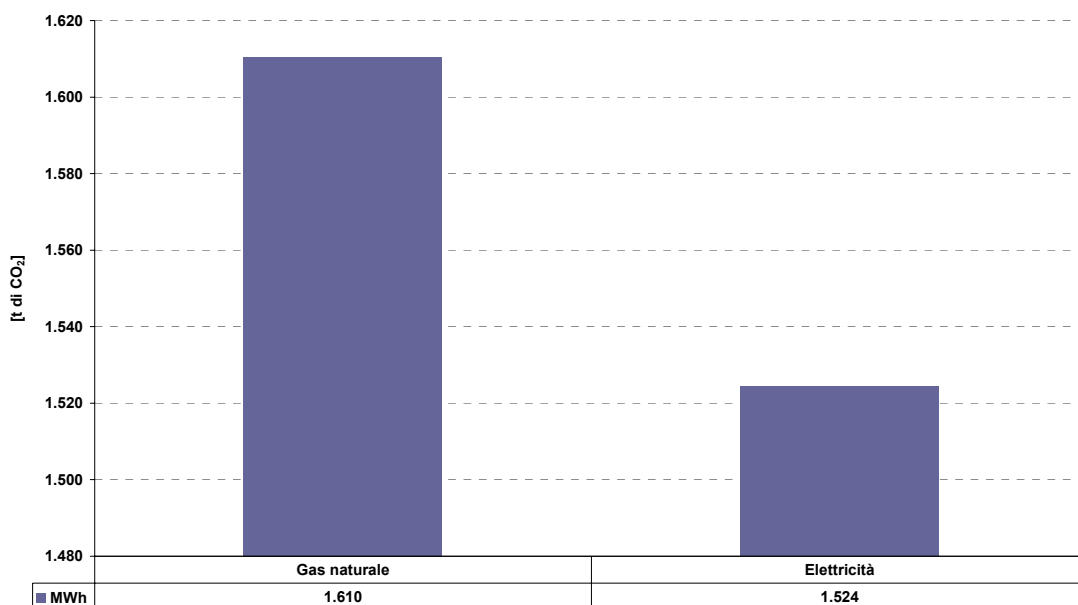


Grafico 5.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

L'energia elettrica, invece, in termini di emissioni incide in quota pari al 49 %, mentre sui consumi incideva per il 31 % circa.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO₂ di Albiate al 2009 per vettore energetico nel settore terziario

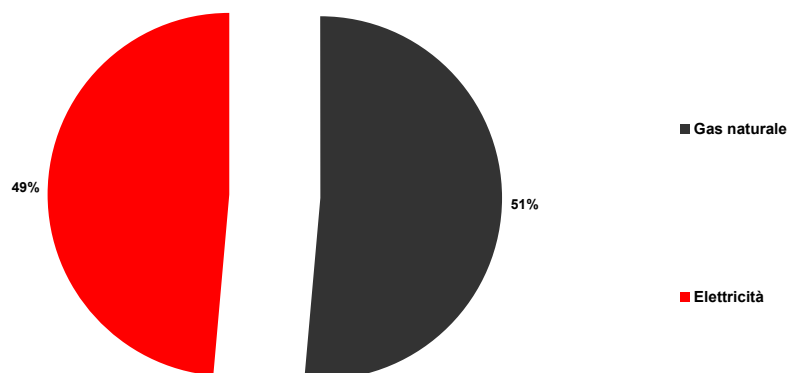


Grafico 5.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

Il settore pubblico emette il 17 % circa delle emissioni complessive di settore. La maggiore incidenza percentuale deriva dal peso dell'elettrico sui consumi complessivi rispetto alla media di settore.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni di settore.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO ₂
Gas naturale	831.068 m ³	7.972	1.610
Elettricità	3.633 MWh	3.633	1.524
Totale	-----	11.605	3.135

Tabella 5.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Snam Rete Gas, Gelsia Reti, E-On distribuzione, Enel distribuzione, Comune di Albiate.

5.2 Gli edifici pubblici

Gli edifici pubblici presenti nel Comune di Albiate, nel 2009 hanno fatto registrare un consumo complessivo di energia pari a 1.185 MWh, di cui 183 per usi elettrici e la restante quota per usi termici (unico vettore utilizzato per gli usi termici è il gas naturale). I dati di consumo per usi termici, sono riportati nella tabella seguente in m³ di gas naturale e descritti nel grafico in MWh.

Edificio	2003 [m ³]	2004 [m ³]	2005 [m ³]	2009 [m ³]	2010 [m ³]
Elementare e Palestra	73.641	77.034	78.538	68.170	70.781
Centro sociale	12.881	13.991	11.295	11.986	11.820
Municipio	23.660	24.367	20.565	24.215	23.487
Totale	110.182	115.392	110.398	104.371	106.088

Tabella 5.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

Si evidenzia una costanza nell'andamento dei consumi. Solo il blocco elementare-palestra, che faceva registrare consumi in crescita nel primo triennio analizzato, attesta consumi inferiori, negli ultimi due anni, di 10 punti percentuali circa.

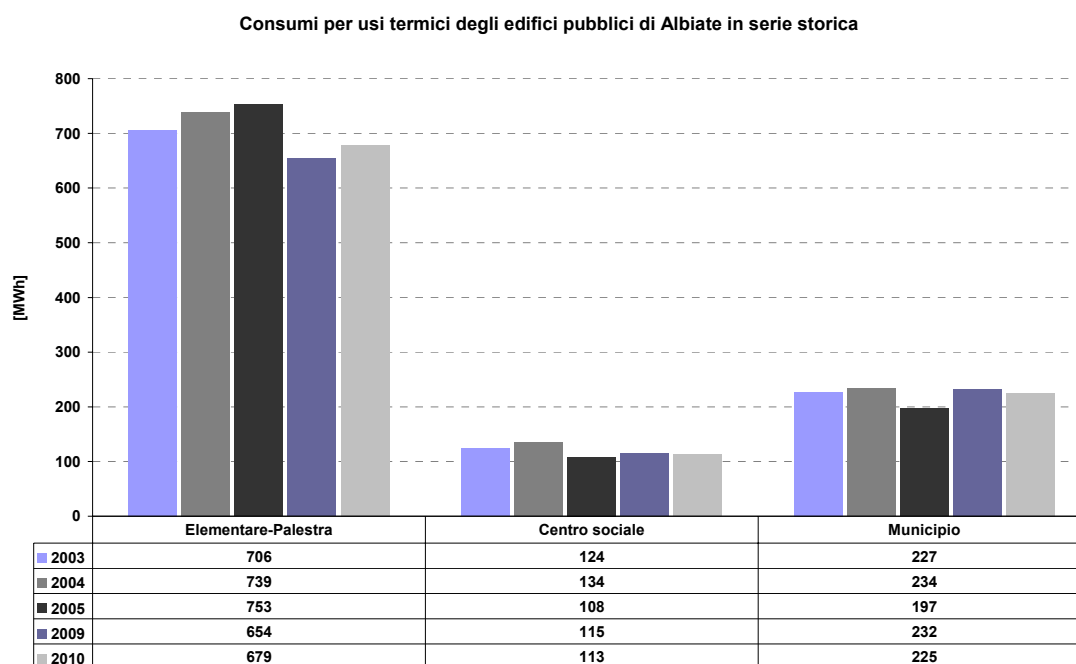


Grafico 5.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

La tabella e il grafico che seguono, invece, riportano l'andamento dei consumi elettrici. Al contrario di quanto si verifica per il lato termico, in questo caso si evidenzia una crescita dei consumi che complessivamente, nel 2009 rispetto al 2005 incide per 23 punti percentuali circa. Sul lato elettrico, gli edifici in cui si registra un incremento dei consumi sono in modo particolare il Municipio, la Scuola elementare e la Scuola media. La Scuola media, in particolare, raddoppia i consumi negli ultimi due anni, rispetto al primo triennio analizzato.

Si precisa che, per il 2010, i consumi asteriscati in tabella sono stati ritenuti pari a quanto registrato nel 2009. Nei casi in cui il consumo è asteriscato, infatti, non è stato possibile valutare un consumo preciso in alcuni casi per mancanza dell'informazione completa in bolletta e in altri per la presenza di eccessive stime nell'andamento dei consumi fatturati.

Edificio	2003 [kWh _{el}]	2004 [kWh _{el}]	2005 [kWh _{el}]	2009 [kWh _{el}]	2010 [kWh _{el}]
Centro polisportivo	25.282	35.642	34.206	30.059	36.566
Centro sociale	19.680	21.230	20.860	22.331	* 22.331
Municipio	57.638	63.675	58.903	68.400	72.571
Scuola elementare	38.392	33.459	21.742	31.792	* 31.792
Scuola media	14.229	15.214	12.730	30.950	* 30.950
Totale	155.221	169.220	148.441	183.532	194.210

Tabella 5.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

Andamento dei consumi elettrici degli edifici pubblici ad Albiate

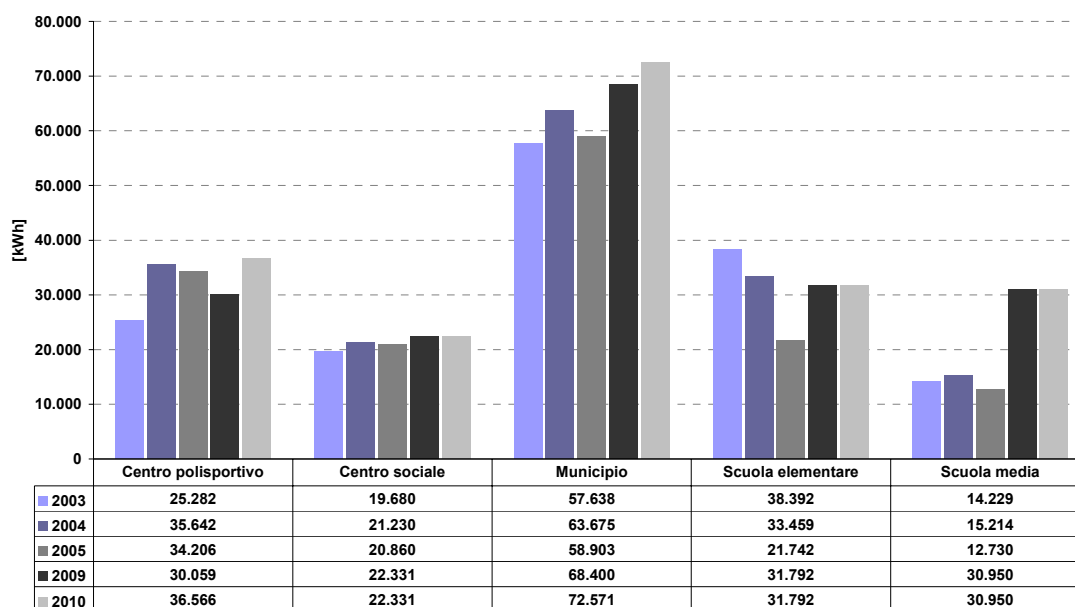


Grafico 5.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

I dati riportati nelle tabelle e nei grafici precedenti fanno riferimento alle annualità di cui è stato possibile raccogliere le informazioni, ossia quelle incluse fra 2003 e 2005 e le ultime due (2009 e 2010). Come per le altre analisi contenute in questo documento, sono stati annessi in bilancio i consumi riferiti al 2009.

5.3 L'illuminazione pubblica comunale

Nel corso degli anni, il consumo elettrico per l'illuminazione pubblica comunale nel contesto albiatese è segnato da una curva in leggera crescita fra 2006 e 2008 e da una decrescita nel 2009. Detta crescita risulta in media pari all'8 % circa nel 2007 e nel 2008 rispetto agli anni precedenti, mentre nel 2009 i consumi si riassetano sui valori già attestati nel 2006. Non risulta possibile valutare nel corso degli anni l'evoluzione dei pali installati, disponendo esclusivamente per questi ultimi del dato riferito al 2009.

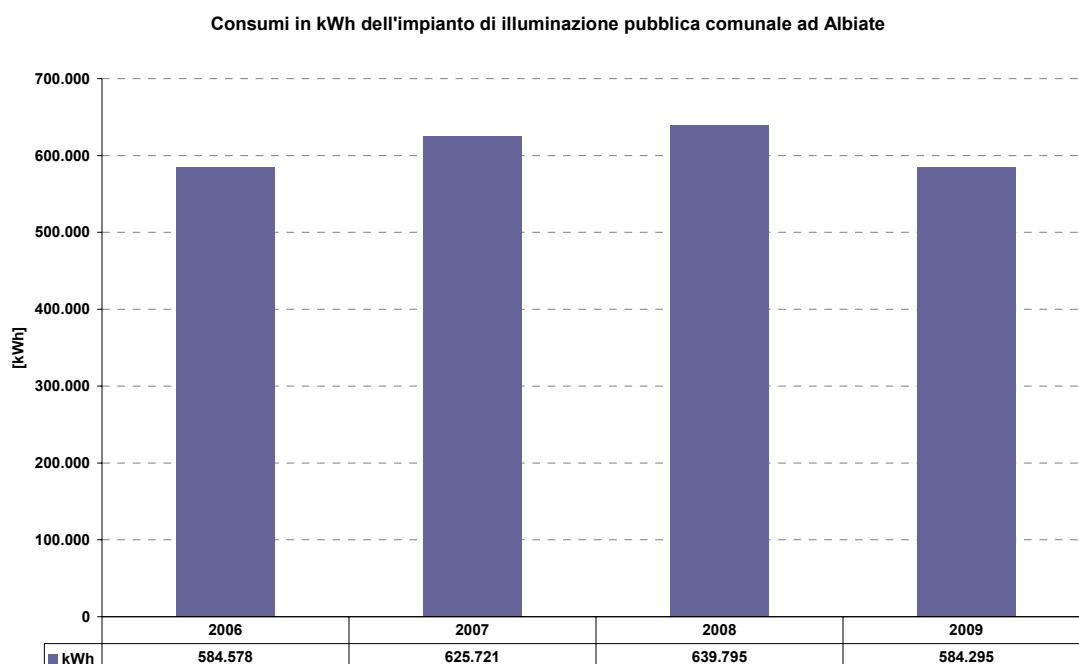


Grafico 5.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

Sul territorio del comune di Albiate, nel 2009, sono presenti circa 960 corpi lampada utilizzati per l'illuminazione pubblica.

La potenza nominale installata complessiva è pari a circa 133 kW suddivisi per tipologia in:

- vapori di mercurio HG;
- fluorescenti FL;
- ad alogenuri metallici JM;
- al sodio ad alta pressione SAP.

La tabella seguente riporta il dato riferito alla numerosità e alla potenza delle lampade per tipologia di lampada.

Tipologia lampada	Potenza [kW]	% potenza [%]	Numero	% numerosità [%]
Lampade a vapori di mercurio HG	51,75	39 %	445	46 %
Lampade fluorescenti FL	0,8	1 %	20	2 %
Lampade agli alogenuri metallici JM	7,4	6 %	57	6 %
Lampade al sodio alta pressione SAP	73,12	55 %	437	46 %
Totale	133,07	100 %	959	100 %

Tabella 5.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

Disaggregando percentualmente la potenza complessiva installata per tipologia di lampada, il grafico seguente mostra la prevalenza di utilizzo di lampade al sodio ad alta pressione (54 %) nel sistema di illuminazione pubblica. Oggi questa tipologia è ritenuta fra i sistemi più efficienti e consolidati in termini di applicazione e di resa cromatica. Restano, tuttavia, ancora attivi sistemi ai vapori di mercurio, delineando interessanti margini di efficientizzazione del sistema. Quest'ultima tipologia di lampada incide in termini di potenza in quota pari al 39 % della potenza installata nell'impianto. Meno significativa risulta invece la quota di lampade fluorescenti, limitata all'illuminazione dei parchi e giardini urbani. Le lampade ad alogenuri metallici, infine, pesano in quota pari al 6 % della potenza installata.

Lampade per illuminazione pubblica comunale, ad Albiate nel 2009

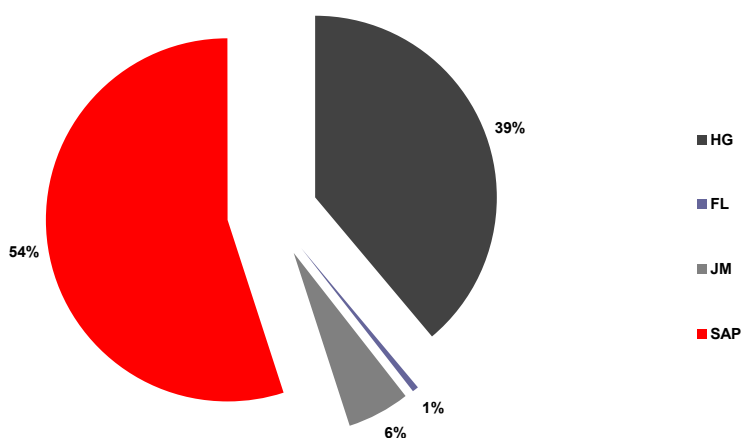


Grafico 5.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

La tabella seguente disaggrega il parco lampade per tipologia di lampada installata, n° di lampade con le stesse caratteristiche, la stima dei consumi e dell'efficienza. La stima delle ore di funzionamento medie del parco lampade è stata calcolata considerando il consumo in serie storica dichiarato dal gestore e la potenza effettiva installata incrementata del 5 % per tener conto di perdite legate a trasformatori o ai pali elettrici. Complessivamente si valuta un numero medio di ore di funzionamento pari a 4.180 h nel 2009.

Tipo lampada	Potenza effettiva [W]	n° di lampade [n°]	Consumo [kWh]	Lumen/W [lm/W]	Lumen [lm]
Vapori di mercurio HG	80	85	29.845	40	272.000
	125	360	197.501	44	1.980.000
Fluorescenti HQI	40	20	3.511	62,5	50.000
Alogenuri metallici	70	23	7.066	16,5	26.565
	100	10	4.389	17	17.000
	150	12	7.900	18	32.400
	250	12	13.167	20	60.000
Sodio alta pressione	70	40	12.289	67	187.600
	80	4	1.404	67,8	21.696
	100	17	7.461	83,1	141.270
	150	257	169.192	84,3	3.249.765
	250	119	130.570	87	2.588.250

Tabella 5.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

Si stima un'efficienza media del parco lampade, pesata sulle potenze installate, pari a 65 lm/W circa.

Si può ritenere che complessivamente il parco lampade risulti complessivamente discreto in termini energetici. Si rilevano, tuttavia, ampi margini di ulteriore efficientizzazione nelle tipologie di lampada a più bassa efficienza.

5.4 L'illuminazione votiva

Infine, un ultimo contesto di analisi riguarda l'illuminazione votiva cimiteriale. Il grafico che segue riporta una disaggregazione dei consumi fra 2007 e 2010 in base alle statistiche fornite dal gestore dell'impianto. Come si evince dal grafico, a partire dal 2008 si è cominciato ad attivare sperimentalmente una serie di lampade votive a led in sostituzione delle incandescenza pre-esistenti. Rispetto al 2007, nel 2009 la riduzione dei consumi, a seguito dell'installazione di lampade a led, è risultata pari a 5 MWh, pari al 55 % circa.

Rapportando il dato di consumo al numero di lampade installate, considerando 8.760 h di funzionamento annue delle lampade votive, è stimabile una potenza media della lampada, prima degli interventi (2007) pari a circa 1 W che si riduce a circa 0,4 W per lampada con l'installazione dei led (2009). La potenza complessiva installata, nel 2009 risulta pari a 462 W contro i 1.037 W installati nel 2007.

Andamento dei consumi per l'illuminazione votiva cimiteriale ad Albiate fra 2007 e 2010

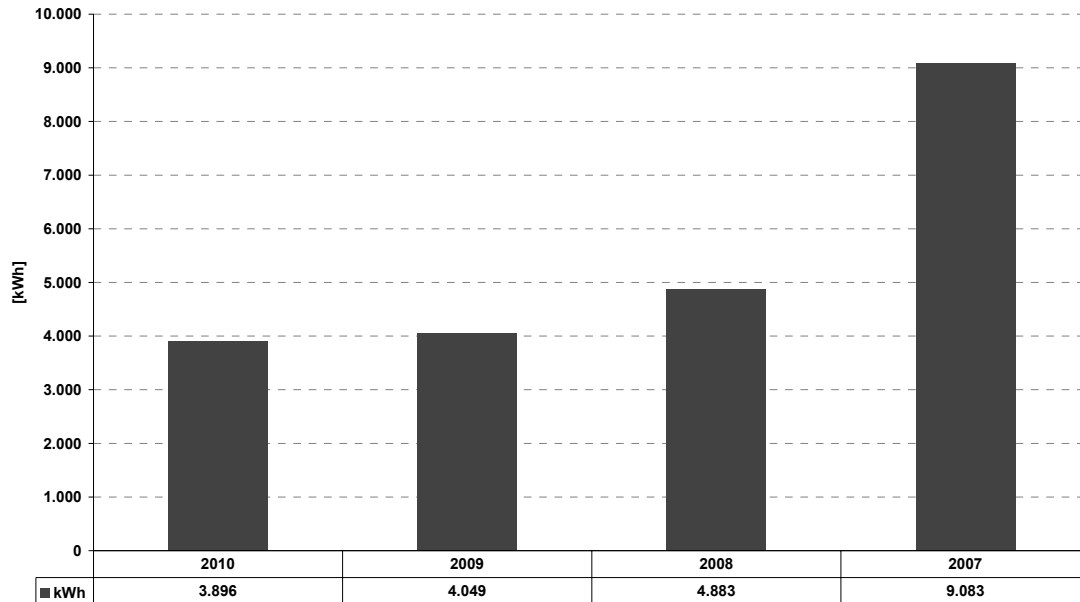


Grafico 5.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

Andamento della potenza media delle lampade per l'illuminazione votiva cimiteriale ad Albiate fra 2007 e 2010

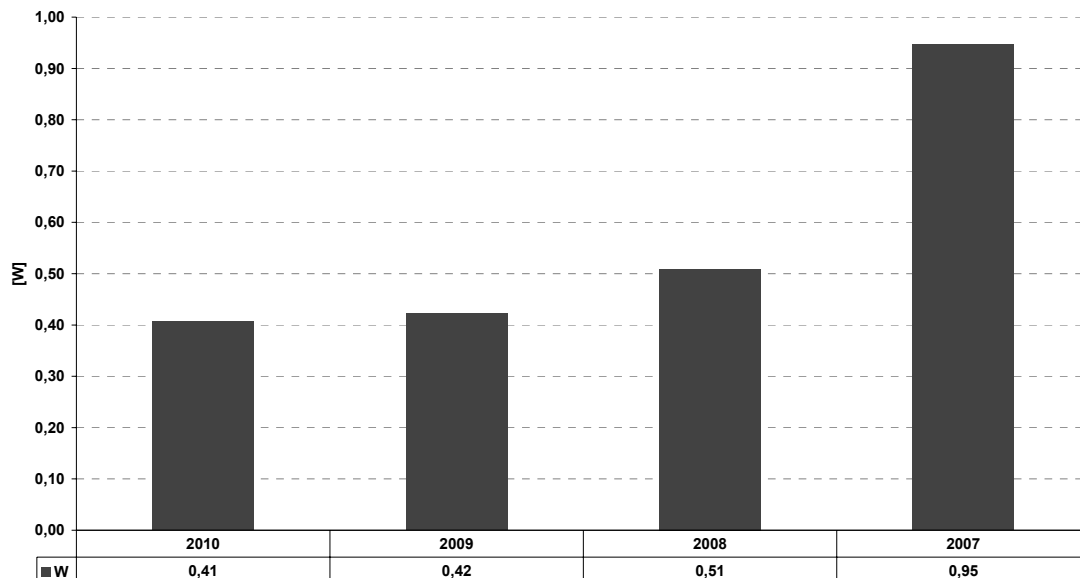


Grafico 5.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Comune di Albiate.

6 IL SETTORE DEI TRASPORTI

6.1 I dati di bilancio

L'analisi effettuata per la determinazione dei consumi annettibili a questo settore è sostanzialmente di tipo bottom-up con implicazioni di tipo top-down per la stima delle disaggregazioni dei consumi di settore nelle annualità in serie storica.

A livello comunale, la stima dei consumi del settore trasporti si attesta, per l'anno 2009, intorno ai 3,1 GWh, pari al 3 % circa dei consumi comunali complessivi. Il 98 % di detti consumi fa riferimento al trasporto privato, mentre la flotta pubblica incide in quota pari al 2 % circa. Disaggregando il consumo complessivo per vettore emerge l'utilizzo preponderante di benzina che pesa per il 64 % circa sui consumi finali; prossima al 30 % risulta, invece, la quota di consumo di gasolio. Il GPL, invece sfiora i 5 punti percentuali sul consumo complessivo.

Ai consumi derivanti dalle percorrenze urbane dei veicoli sono stati successivamente sommati i consumi relativi alla flotta pubblica.

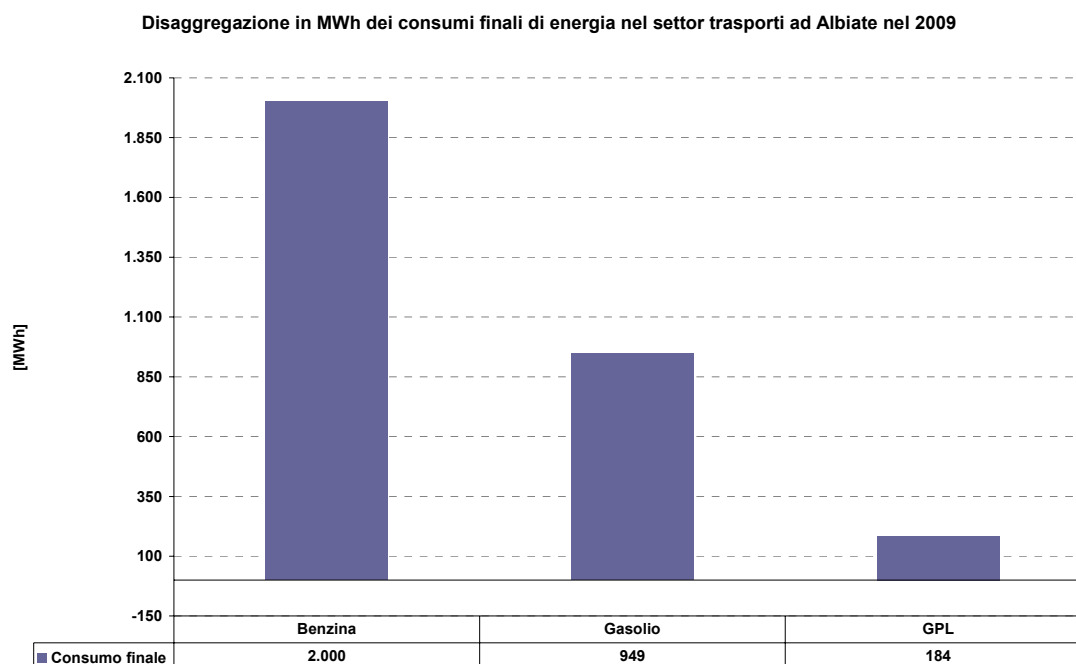


Grafico 6.1 Elaborazione Ambiente Italia.

Disaggregazione percentuale delle emissioni di CO₂ ad Albiate nel 2009 per vettore energetico nel settore trasporti

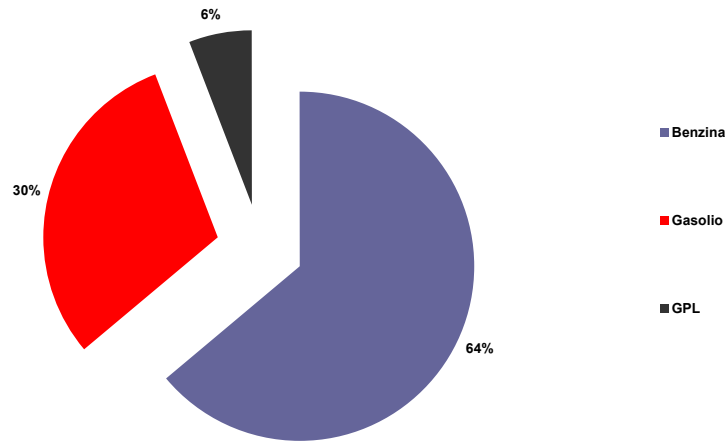


Grafico 6.2 Elaborazione Ambiente Italia.

In termini di emissioni di CO₂, il grafico che segue ne riporta i valori calcolati per il settore.

Disaggregazione in tonnellate delle emissioni di CO₂ nel Comune di Albiate al 2009

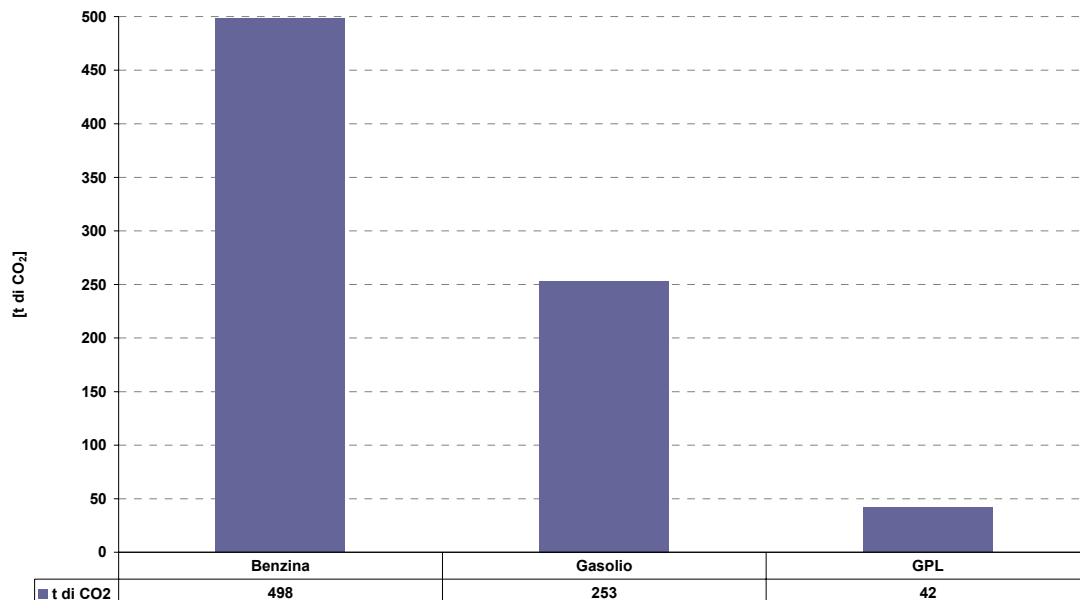


Grafico 6.3 Elaborazione Ambiente Italia.

Disaggregazione percentuale dei consumi nel settore trasporti ad Albiate al 2009 per vettore energetico

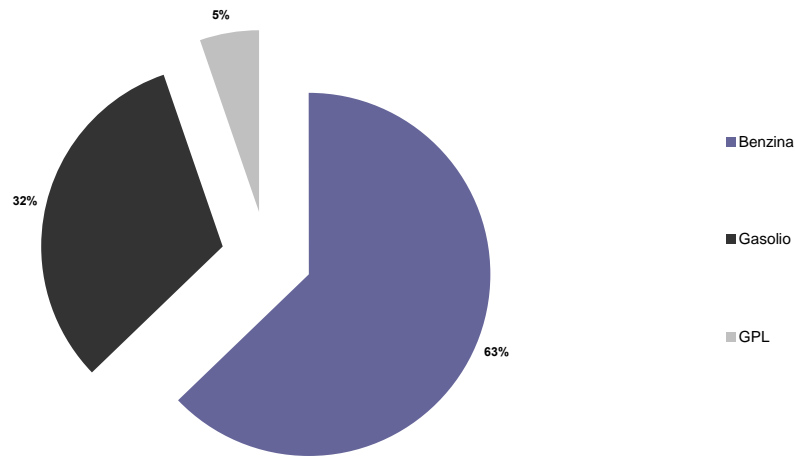


Grafico 6.4 Elaborazione Ambiente Italia.

La maggiore incidenza è annettibile alle emissioni legate alla benzina, che pesa per il 63 % circa, mentre il gasolio incide in quota pari al 32 %. Meno rilevanti, anche in termini di emissioni, risultano le quote di GPL annesse in bilancio nel settore.

La tabella che segue riassume i consumi e le emissioni di settore.

Vettore energetico	Consumi	Consumi in MWh	Emissioni in t di CO ₂
Benzina	164 t	2.000	498
Gasolio	80 t	949	253
GPL	14 t	184	42
Totale	-----	3.133	793

Tabella 6.1 Elaborazione Ambiente Italia.

6.2 Il parco veicolare

Il parco veicolare complessivo comunale, nel 2009, registra circa 4.393 veicoli:

- circa 3.457 sono autovetture (79 %)
- circa 551 sono motocicli (12 %)
- circa 337 sono autocarri e motocarri per trasporto merci (8 %)
- le restanti quote sono rimorchi, trattori stradali e mezzi speciali, di poco rilievo nella costruzione del bilancio energetico comunale (1 % circa).

Il grafico che segue riporta in serie storica (fra 2000 e 2009) il numero di autoveicoli registrati a livello comunale per tipologia di autoveicolo.

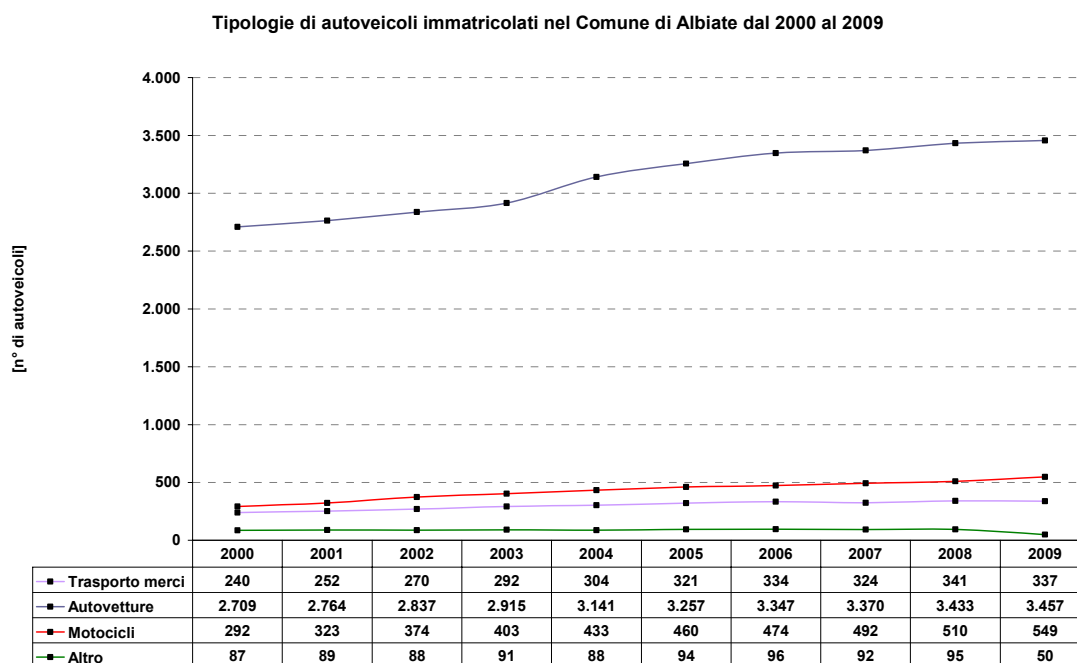


Grafico 6.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Considerando il solo parco autovetture e motocicli è possibile disaggregare nel grafico seguente, per anno, l'andamento e il trend di crescita.

In particolare emerge:

- una crescita di 748 autovetture, pari al 28 %, registrata fra 2000 e 2009
- una crescita di 257 motocicli, pari all'88 %, registrata nello stesso periodo.

Per le altre tipologie:

- i mezzi per il trasporto merci crescono del 40 %;
- quanto riportato sotto la voce "altro" decresce del 43 %.

Disaggregazione delle autovetture e dei motocicli in serie storica

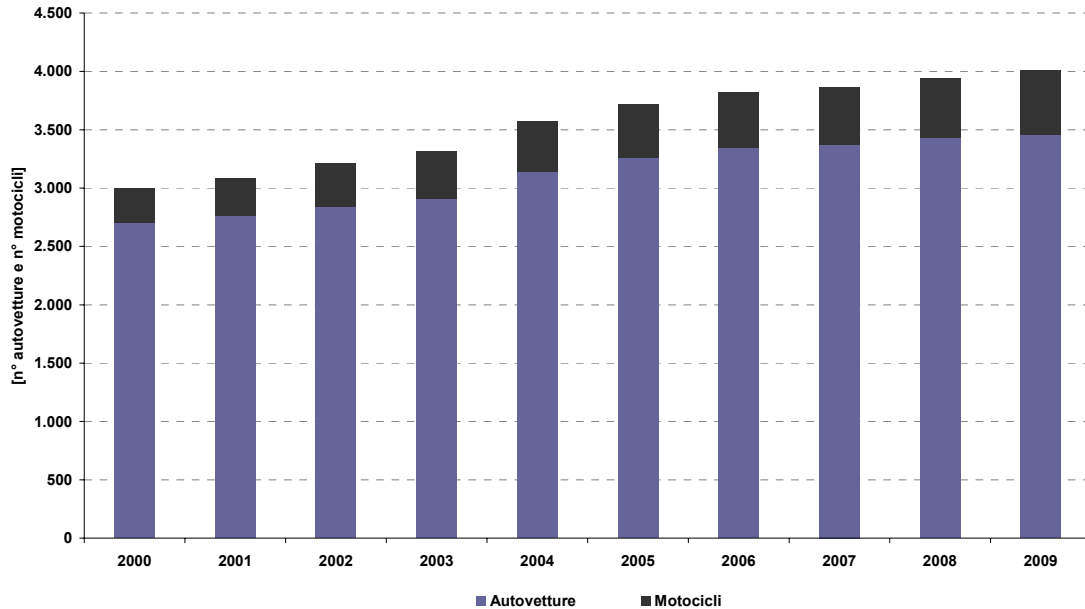


Grafico 6.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Per interpretare correttamente gli andamenti descritti è utile porre a confronto il numero di autovetture e di motocicli con la popolazione residente e le famiglie residenti, nel corso degli stessi anni.

Confronto fra autovetture/moto e residenti/famiglie fra 2000 e 2009 ad Albiate

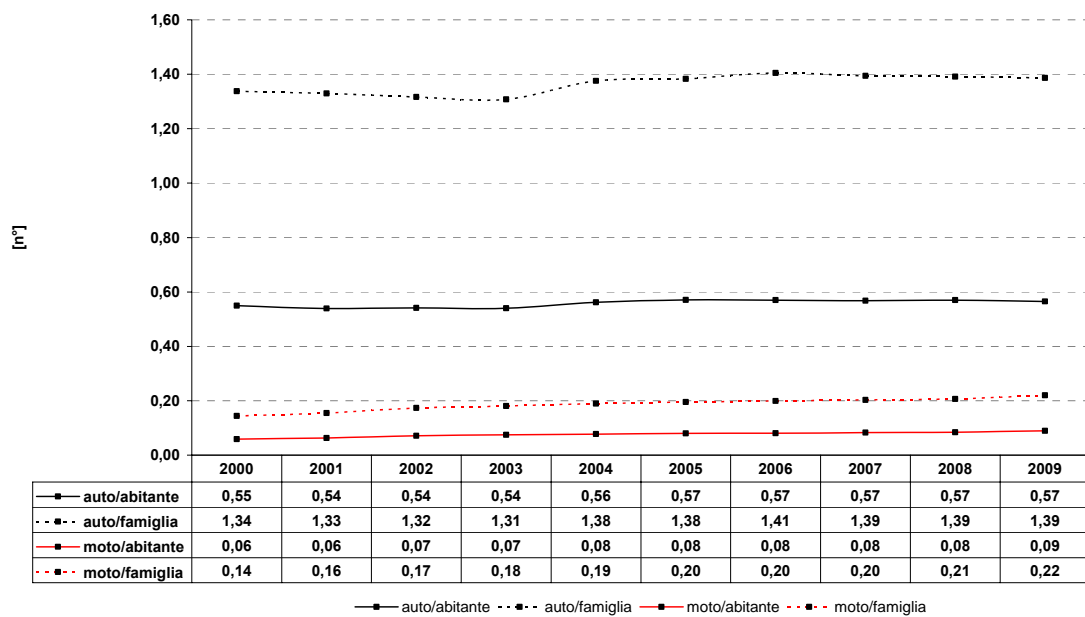


Grafico 6.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Tutti gli indicatori disposti nel grafico precedente si evidenziano in crescita:

- le auto per famiglia passano da 1,34 (2000) a 1,39 (2009), con un picco di 1,41 auto per famiglia segnato nel 2006;
- le auto per abitante s'incrementano di 0,02 passando da 0,55 del 2000 a 0,57 del 2009;
- percentualmente, l'incremento delle moto è più marcato rispetto a quello delle autovetture: le moto per abitante passano da 0,06 (2000) a 0,09 (2009) e su famiglia da 0,14 (2000) a 0,22 (2009).

L'anno in cui si evidenzia la maggiore crescita è il 2003/2004 sia per le autovetture che per le moto. Queste ultime s'incrementano significativamente anche fra 2008 e 2009.

Sommando motocicli e autovetture nel grafico seguente si riporta il dato rapportato rispettivamente alle famiglie e agli abitanti. Si evidenziano le stesse dinamiche già descritte per il grafico precedente. Il parco veicolare albiatese, in termini numerici, risulta in linea con le medie di motorizzazione registrate per il nord Italia.

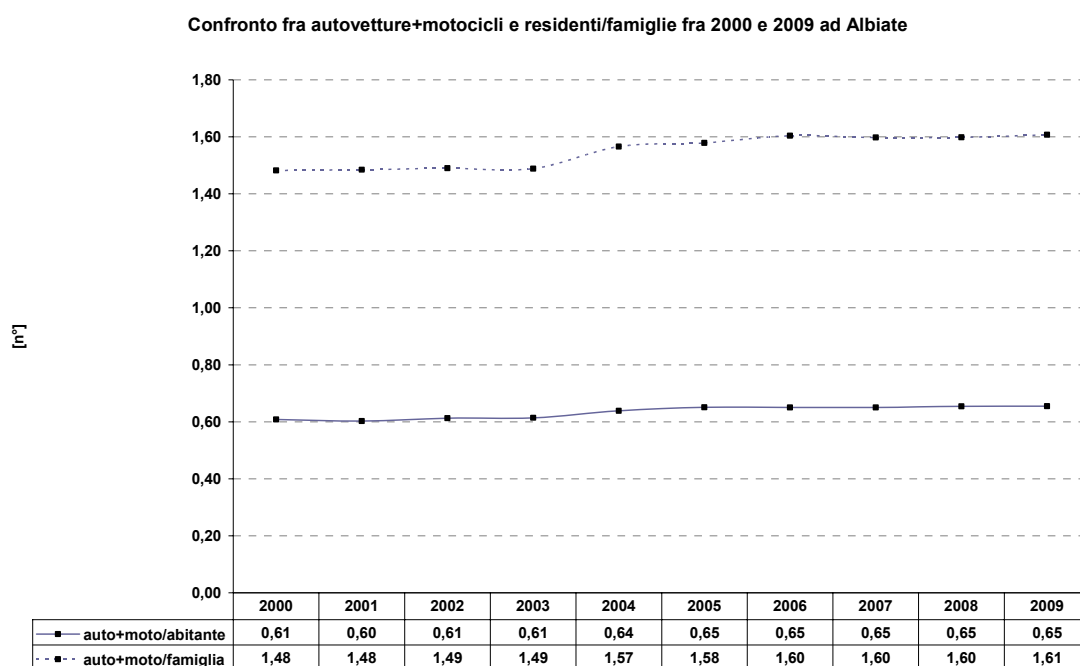


Grafico 6.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Nel 2009, la disaggregazione del parco auto per classe euro di appartenenza descrive un parco autovetture in prevalenza in classe Euro 4, quindi complessivamente nuovo e svecchiato con un buon ritmo.

Percentualmente nel 2009, rispetto agli ultimi 3 anni:

- il 5 % del parco veicolare risulta essere in classe Euro 0 (contro il 7 % registrato nel 2007);
- il 5 % è in classe Euro 1 (contro il 7 % del 2007);

- il 22 % è in classe Euro 2 (contro il 29 % registrato nel 2007);
- il 27 % è in classe Euro 3 (contro il 29 % del 2007);
- il 40 % è in classe Euro 4 (contro il 28 % del 2007);
- e l'1 % è in classe Euro 5 (questa classe è stata immessa in vendita nel 2009, non è dunque confrontabile con i periodi antecedenti).

Si evidenzia dalla lettura di questi dati un buon ritmo di svecchiamento del parco veicolare negli anni analizzati. Inoltre, è possibile osservare che nel 2009 compaiono le prime 47 autovetture in classe Euro 5.

Parco veicolare immatricolato nel comune di Albiate per classe Euro di appartenenza (solo autovetture)

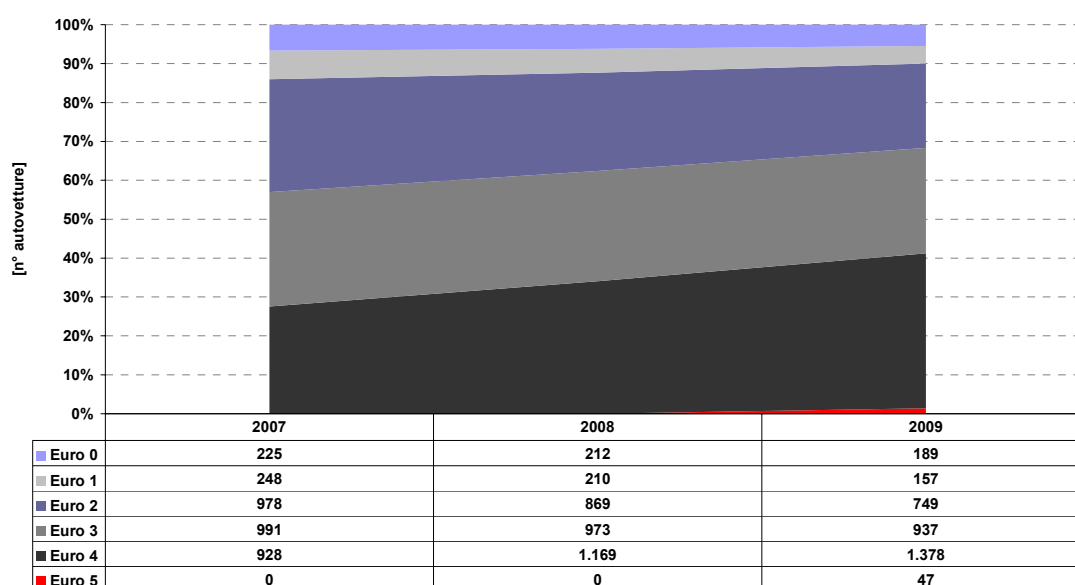


Grafico 6.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Si precisa che la statistica ACI relativa alla disaggregazione per classe Copert dei veicoli, a partire dal 2005 unifica tutte le classi Copert precedenti alla Euro 1 nell'unica classe Euro 0. In realtà, dunque, la classe Euro 0 include al proprio interno varie tipologie di autovetture, soprattutto in termini di data di produzione della stessa. Si precisa, inoltre, che le annualità pregresse al 2007 non sono disponibili in quanto la statistica ACI approfondisce il dato di disaggregazione Copert solo dal 2007 per Comuni sotto i 30.000 abitanti. In precedenza la statistica si riferiva esclusivamente a Comuni di medio-grandi dimensioni.

In termini di alimentazione, nel corso degli ultimi anni si assiste a un graduale incremento delle autovetture a gasolio a discapito di quelle a benzina; molto meno incidente, ma comunque marcata in termini percentuali, risulta, invece, la crescita delle altre tipologie di alimentazione (Gas naturale e GPL o altre alimentazioni). Il Grafico che segue riporta i valori di riferimento.

Parco autovetture circolante ad Albiate per vettore energetico di alimentazione

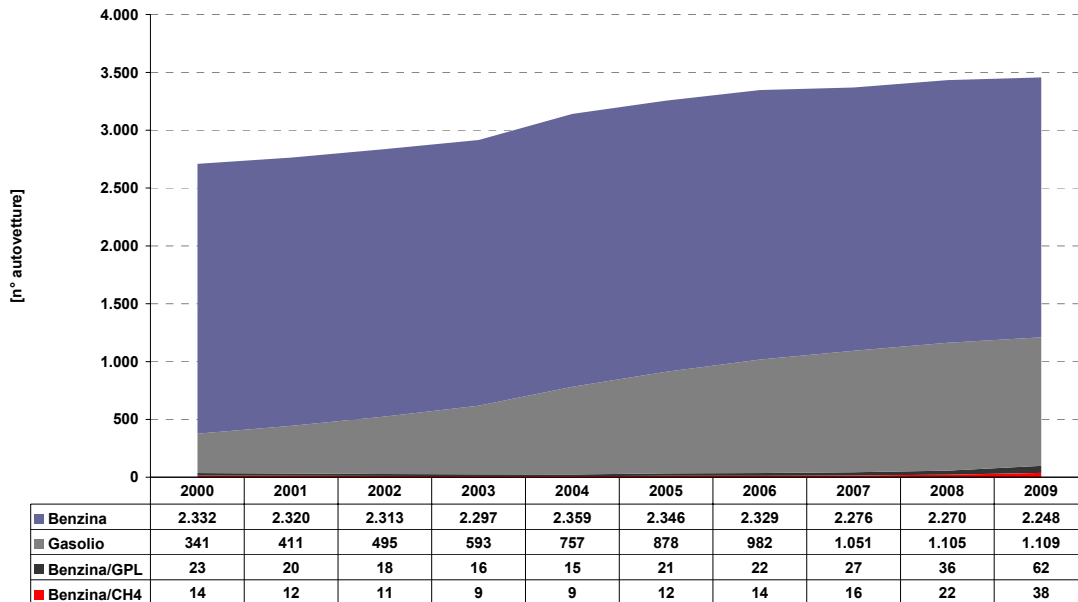


Grafico 6.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Disaggregazione percentuale delle autovetture per tipologia di alimentazione

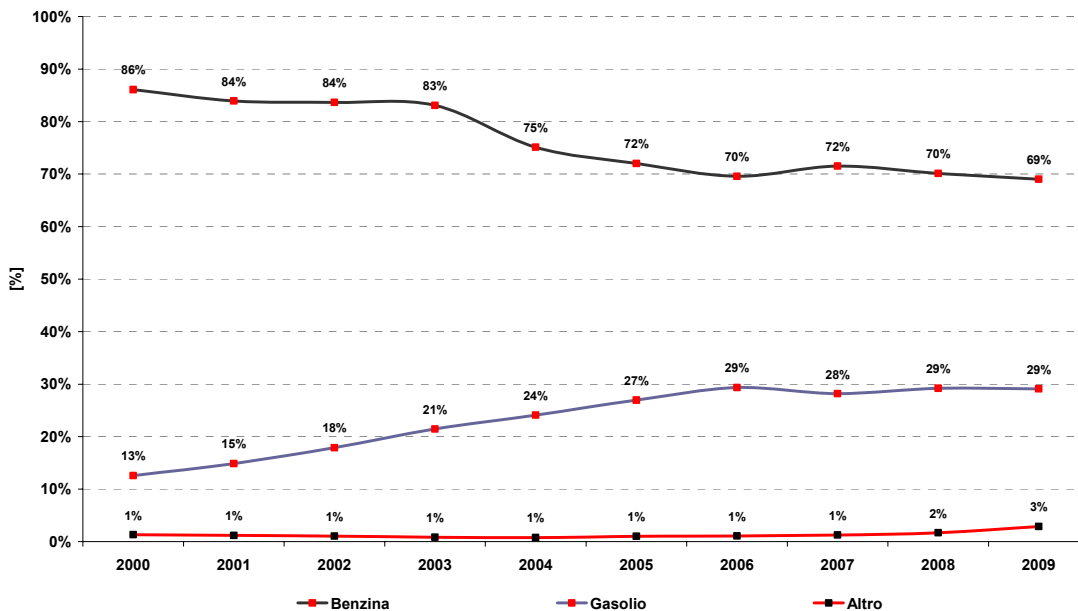


Grafico 6.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Nel 2009:

- il 65 % delle autovetture è a benzina (contro l'86 % registrato nel 2000);
- il 32 % è a gasolio (contro il 13 % del 2000);
- il 2 % circa ha un'alimentazione mista benzina/GPL (contro l'1 % circa del 2000);
- il 1 % circa ha un'alimentazione mista benzina/gas metano (contro l'1 % circa del 2000).

In valore assoluto fra 2000 e 2009:

- le autovetture a benzina decrescono di circa 84 unità;
- le autovetture a gasolio s'incrementano di circa 769 unità;
- le autovetture bifuel crescono di 80 unità.

Dalle dinamiche descritte si evidenzia che le autovetture in meno a benzina sono sostituite dalle altre tipologie di alimentazione.

Infine, è possibile stimare una disaggregazione delle autovetture per cilindrata. In questo caso, non essendo disponibile per nessuna annualità il dato ACI riferito al Comune, si procede a delineare il quadro delle cilindrato facendo riferimento alle disaggregazioni provinciali. Il grafico che segue riporta il dato in valore assoluto.

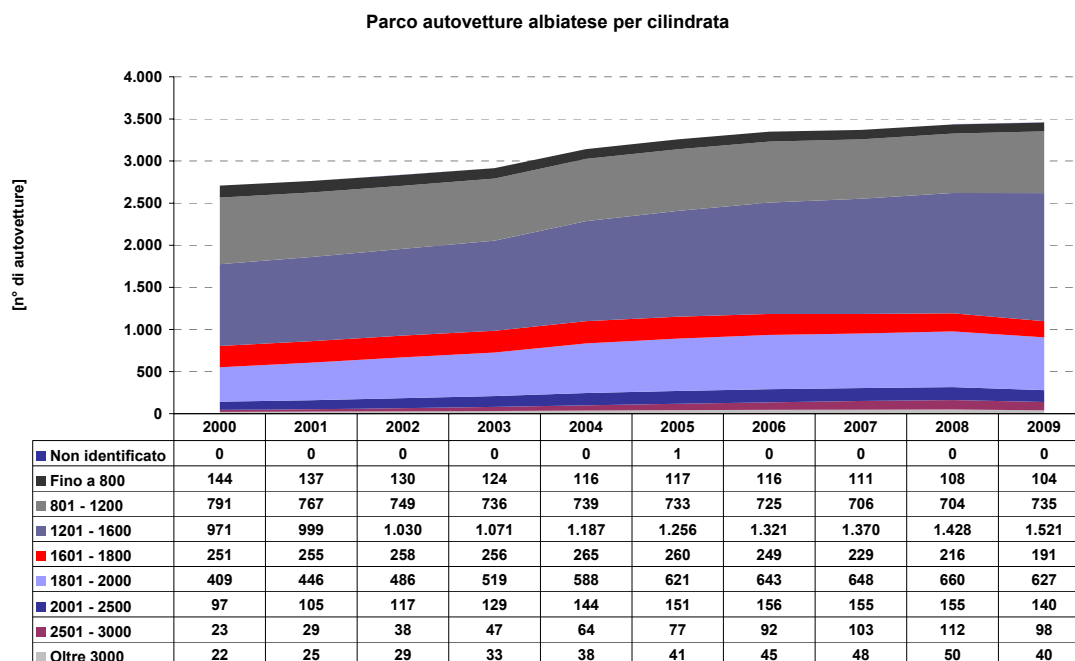


Grafico 6.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Disaggregando il parco autovetture per cilindrato, nel 2009:

- il 44 % delle autovetture ha una cilindrata compresa fra 1.201 cc e 1.600 cc, mentre il 21 % delle stesse ha una cilindrata compresa fra 801 e 1.200 cc

- risulta notevolmente ridotta la fascia intermedia di cilindrata (fra 1.601 cc e 1.800 cc, pari al 6 % circa del parco veicolare complessivo);
- risulta invece incidente la fascia di cilindrata medio-alte (1.801 cc – 2.000 cc), pari al 18 % circa delle autovetture complessive.

Si delinea una tendenza che porta ad un sostanziale incremento delle cilindrata medie (1.201 cc – 1.600 cc) e di quelle medio-alte (1.800 cc – 2.000 cc): le prime sono cresciute, in termini di presenza nel comune di Albiate, dell'8 % circa (curva rossa del grafico seguente), le seconde, invece, hanno incrementato il proprio peso di 3 punti percentuali (curva nera del grafico seguente). Invece, si attesta una tendenza al calo delle piccole cilindrata (inferiori a 800 cc) e di quelle medio-basse (801 cc – 1.200 cc): in questo caso, le prime perdono 2 punti percentuali (curva arancione), mentre le cilindrata medio-piccole riducono il proprio peso di 8 punti percentuali (curva blu). Per le altre classi di cilindrata la tendenza segna un andamento complessivamente piano o con variazioni meno significative.

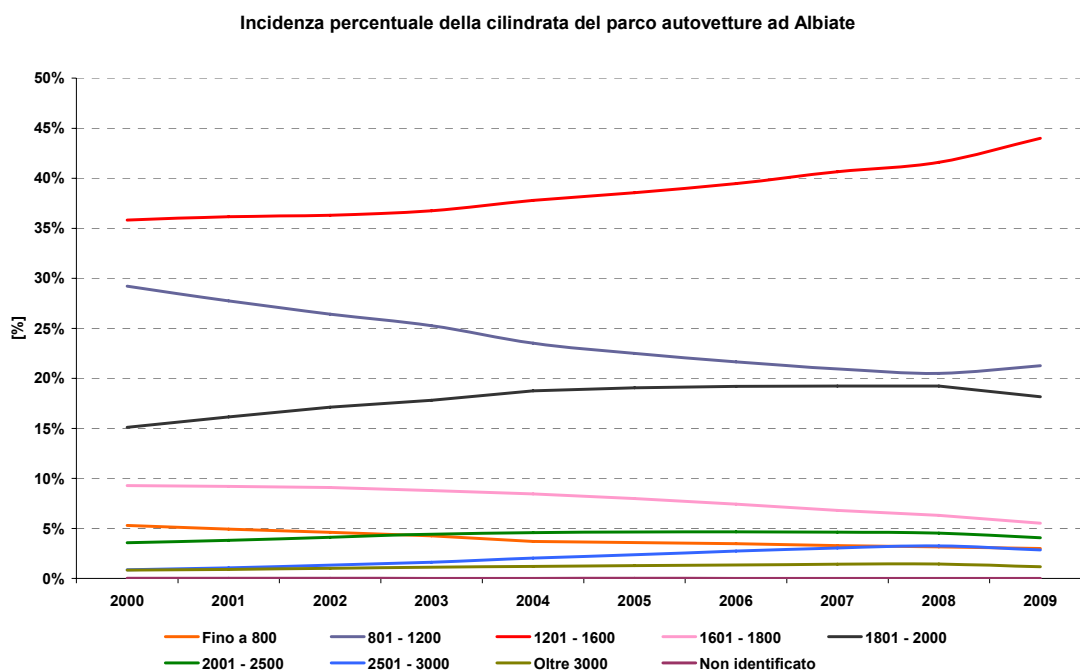


Grafico 6.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Infine, la disaggregazione percentuale del parco veicolare al 2009 per alimentazione e cilindrata identifica:

- una prevalenza di autovetture a benzina con cilindrata compresa fra 800 cc e 1.600 cc (piccole cilindrata e medio-piccole). La quota di autovetture in questa classe di cilindrata sul totale delle autovetture registrate nel 2009 è pari al 55 % circa;
- una prevalenza, sulle classi di cilindrata maggiore (maggiori di 1.800 cc) dei veicoli a gasolio. La quota percentuale sul totale, considerando le cilindrata citate è pari al 21 % circa.

Disaggregazione del parco veicolare al 2009 per cilindrata e alimentazione

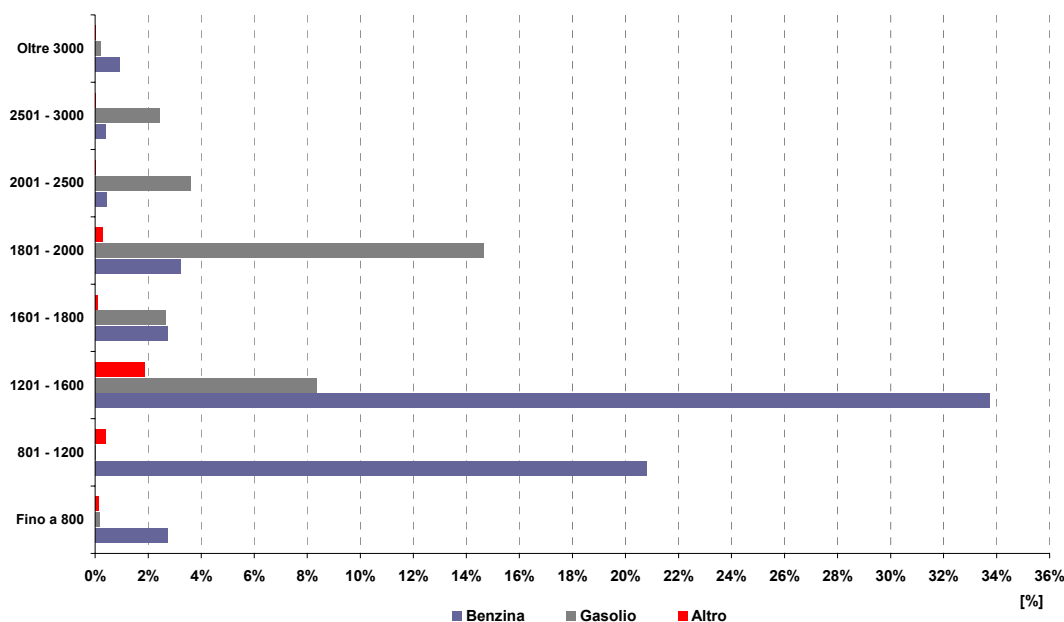


Grafico 6.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Le tabelle seguenti, disaggregano il parco veicolare di Albiate per cilindrata, vettore di alimentazione e Classe euro di appartenenza dell'autovettura.

Euro 0	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	6	47	76	6	7	1	1	2
Gasolio	0	0	5	2	9	2	1	0
Benzina/GPL	1	3	11	1	2	0	0	0
Benzina/CH4	0	1	5	0	1	0	0	0

Euro 1	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	6	42	69	6	7	1	1	2
Gasolio	0	0	3	1	5	1	1	0
Benzina/GPL	1	2	6	0	1	0	0	0
Benzina/CH4	0	0	3	0	0	0	0	0

Euro 2	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	24	184	299	24	29	4	4	8
Gasolio	1	0	34	11	60	15	10	1
Benzina/GPL	2	4	16	1	3	0	0	0
Benzina/CH4	0	2	12	1	1	0	0	0

Euro 3	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	19	142	230	19	22	3	3	6
Gasolio	2	0	116	37	202	50	34	3
Benzina/GPL	1	3	11	1	2	0	0	0
Benzina/CH4	0	4	23	2	3	0	0	0

Euro 4	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	36	277	449	37	43	6	5	12
Gasolio	2	0	117	37	204	50	34	3
Benzina/GPL	2	4	16	1	3	0	0	0
Benzina/CH4	0	5	28	2	3	0	0	0

Euro 5	Fino a 800	801 - 1200	1201 - 1600	1601 - 1800	1801 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	Oltre 3000
Benzina	1	9	15	1	1	0	0	0
Gasolio	0	0	4	1	7	2	1	0
Benzina/GPL	0	0	1	0	0	0	0	0
Benzina/CH4	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabella 6.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

E' possibile anettere a ciascuna classe euro e per cilindrata e combustibile un consumo unitario di carburante.

Il metodo utilizzato per la costruzione del modello di calcolo ha previsto:

- la disaggregazione del parco veicolare comunale per vettore/classe/cilindrata sulla base dei dati ACI a disposizione e già dettagliati;
- il calcolo dei fattori di consumo e di emissione di CO₂.

Il calcolo dei coefficienti di consumo e di emissione imputabili al parco veicolare circolante nel territorio comunale è avvenuto sulla base della banca dati europea CORINAIR, attraverso l'ausilio del software COPERT 4.

Quanto riportato nei grafici successivi è rappresentativo dell'andamento delle emissioni e dei consumi del parco veicolare comunale al 2009; infatti gli andamenti descritti mediano l'intero parco veicolare inclusivo delle varie classi euro e precedenti.

Consumo specifico in kWh dell'autovettura media albiatese, in base alla disaggregazione al 2009 del parco veicolare

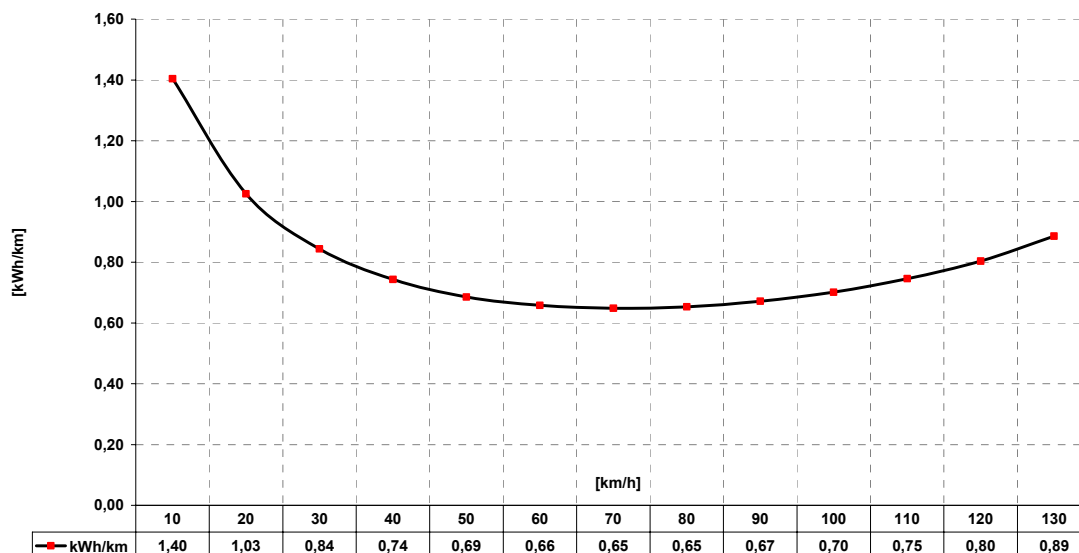


Grafico 6.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia, Copert 4.

Il grafico precedente riporta l'andamento medio dei consumi in kWh dell'intero parco veicolare, mediato sulle cilindrata, sulla classe euro di appartenenza e sul vettore

energetico di alimentazione dell'autovettura. La curva tiene conto anche del numero di autovetture per specifica tipologia, come dettagliate nelle tabelle precedenti.

Il grafico che segue, invece, riporta il dato di consumo in kg del singolo vettore. Le tre curve rappresentano il consumo dell'autovettura media albiatese per singola tipologia di carburante utilizzato per l'alimentazione.

Consumo specifico per carburante, in kWh, del parco autovetture medio albiatese, in base alla disaggregazione ACI al 2009

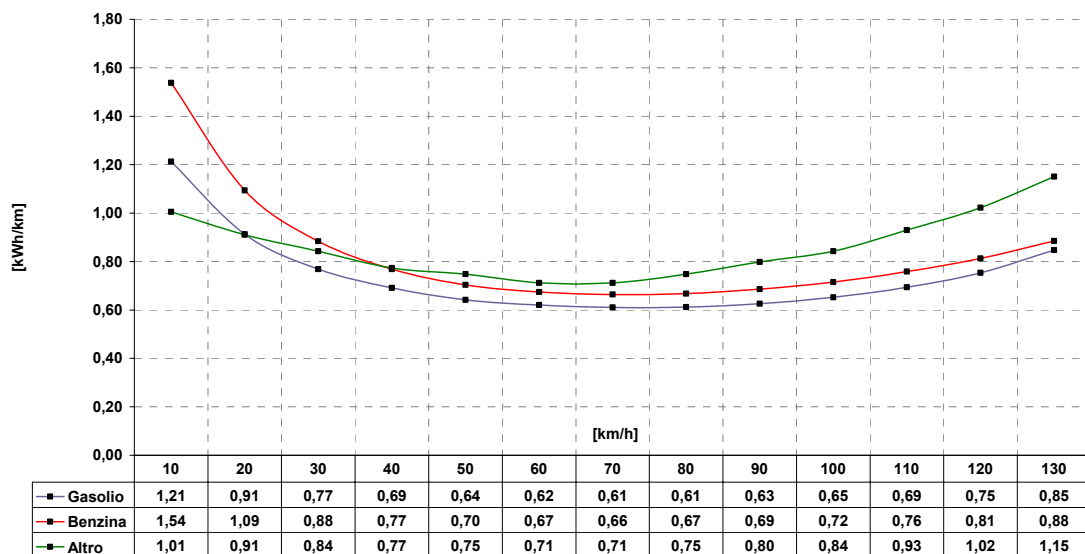


Grafico 6.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Infine, nei grafici che seguono, si valuta il livello medio di emissioni attribuibile al parco veicolare medio e per specifica tipologia di vettore di alimentazione.

Emissioni specifiche di CO₂ dell'autovettura media albiatese, in base alla disaggregazione al 2009
del parco veicolare

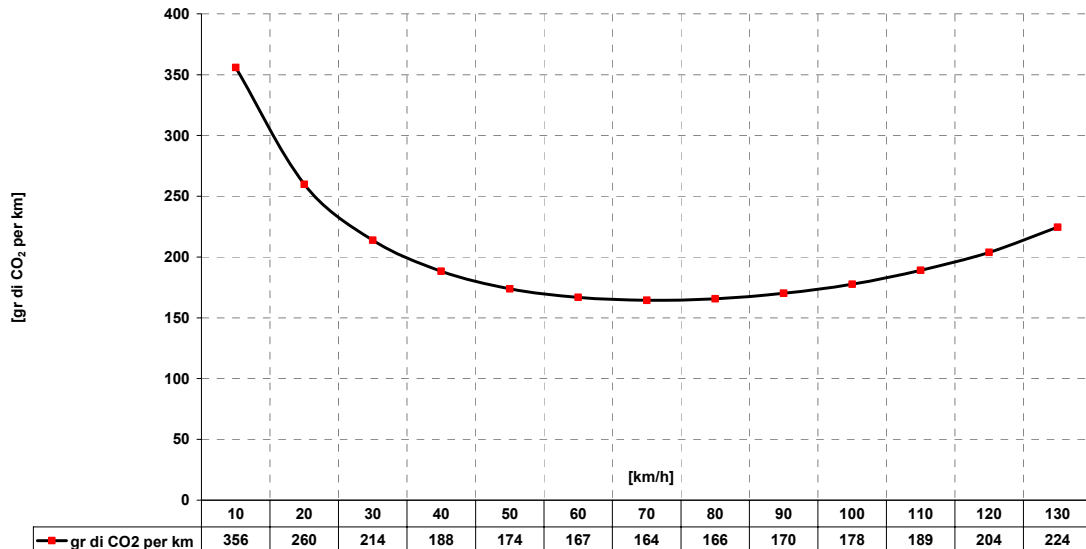


Grafico 6.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

Emissioni specifiche di CO₂ per carburante, del parco autovetture medio albiatese, in base alla
disaggregazione ACI al 2009

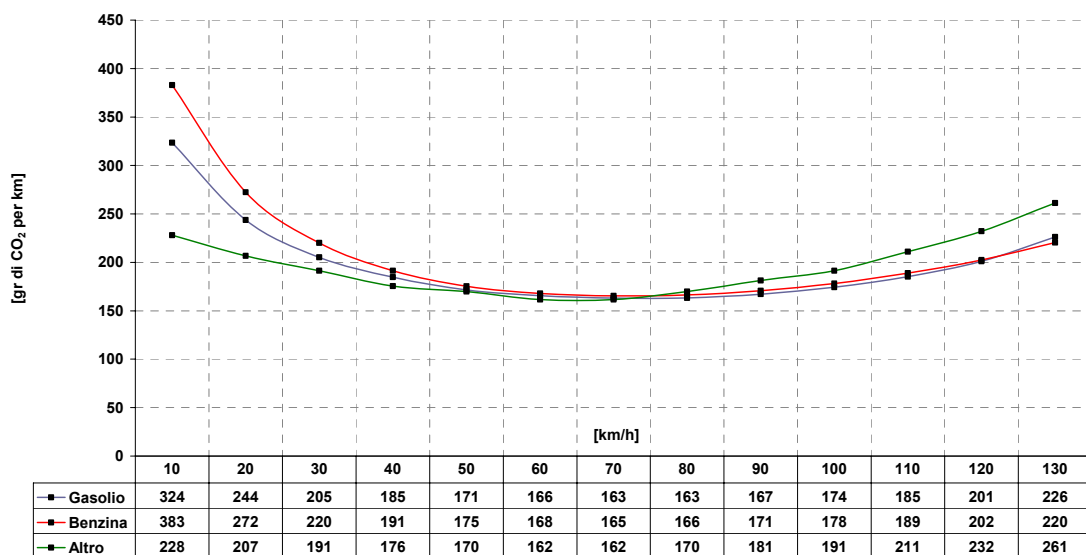


Grafico 6.18 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia.

6.3 Il modello di simulazione dei principali flussi di traffico

6.3.1 I criteri di costruzione del modello di simulazione

Nei prossimi paragrafi si ricostruisce un'analisi di tipo bottom-up, che a partire dalla domanda di mobilità e dal parco veicolare medio circolante nel Comune cerca di ricostruire i consumi di carburanti.

Se l'approccio top-down ha il pregio di consentire in modo relativamente semplice la redazione di bilanci complessi, evidenziandone gli andamenti in serie storica e i fenomeni ad essi associabili, esso risulta operativamente limitato in virtù della difficoltà di rapporto con la maggior parte dei parametri operativi caratteristici del settore trasporti; tale limitazione è superata da un approccio inverso (bottom-up), che tuttavia richiede la disponibilità di grandi masse di dati disaggregati, derivanti da rilevazioni e modellizzazioni dei flussi di traffico realizzate con specifiche metodologie. Non sempre questo tipo di dato è disponibile a livello comunale e, anche nei casi in cui la conoscenza analitica è avanzata, si rendono necessarie correzioni ed espansioni dei risultati volte a garantire la completezza e la confrontabilità con il quadro delle statistiche disponibili.

Dunque, il modello costruito nelle pagine seguenti è un modello di tipo semplificato in cui i dati in input sono costituiti dal numero di abitanti e veicoli per isola censuaria in cui è disaggregato da Istat il territorio comunale.

La metodologia adottata per la redazione dell'analisi bottom-up si articola nelle fasi seguenti:

- analisi del parco veicolare medio comunale circolante e determinazione dei fattori specifici di emissione e di consumo;
- analisi del sistema della mobilità a scala urbana con particolare attenzione alla definizione di polarità principali e secondarie e comunque rilevanti da un punto di vista energetico;
- ricostruzione dei flussi principali;
- calcolo dei consumi energetici come prodotto dei fattori di consumo unitari per volumi di traffico.

6.3.2 Gli accessi e le principali polarità

Da un punto di vista geografico e di ricostruzione di flussi, non essendo disponibili dati che quantifichino i flussi in entrata e in uscita dal comune e non essendo disponibili dati legati alla mobilità interna si è proceduto alla definizione di punti di partenza e punti di arrivo dei traffici stimati secondo un criterio univoco.

Si è ritenuto sufficientemente rappresentativo dei traffici interni uno schema di spostamenti in cui il centro di ogni singola isola censuaria rappresenti il punto di partenza della rispettiva popolazione residente, mentre il punto di arrivo è identificato da specifiche polarità individuate a livello comunale e ritenute polo di attrazione degli spostamenti.

Questo modello permette di quantificare “convenzionalmente” gli spostamenti interni della popolazione, attribuendo alle isole censuarie più popolate e più distanti dal baricentro dei baricentri la quota maggiore di consumo per attraversamenti urbani.

Questi spostamenti di popolazione sono stati modellizzati considerando una velocità di percorrenza simulata sulla base di una specifica modellizzazione. Ossia ad ogni isola censuaria sono state annesse un numero di autovetture, in base al rapporto autovettura su abitante specifico del Comune di Albiate e in base agli abitanti registrati nella singola isola di censimento.

Si è ipotizzato che nel corso dell'anno le autovetture compiano due tipologie di percorso:

- un primo legato a spostamenti interni al Comune stesso, dalla specifica isola censuaria verso polarità individuate nel Comune per un certo numero di volte a settimana;
- un secondo legato a spostamenti lavorativi. Questi ultimi hanno tenuto conto del dato Istat relativo al numero di residenti che quotidianamente si spostano dalla propria isola di censimento per pendolarismo lavorativo.

Le isole censuarie sono state incluse nel modello considerando come significative quelle urbanizzate, quindi escludendo gli ambiti territoriali in cui non risultano presenti unità abitative. Detti ambiti territoriali sono stati esclusi in termini di poli di origine dei vettori di spostamento, sono invece stati inclusi in termini di siti di attraversamento. Inoltre, nel caso delle analisi relative agli spostamenti interni, è stata definita come principale polarità d'attrazione degli spostamenti l'isola censuaria numero 4 identificativa della zona centrale del territorio comunale e sito in cui risultano presenti una serie di servizi (dal commerciale ai servizi pubblici). Sono state escluse dall'analisi delle percorrenze interne, le isole censuarie confinanti con la destinazione degli spostamenti, ritenendo che gli stessi, in questi contesti, siano pedonali.

A questa prima quantificazione di spostamenti interni è stata abbinata una seconda analisi che ha considerato, in base ai dati contenuti nell'ultimo Censimento Istat, il numero di residenti nella singola isola censuaria che quotidianamente si spostano fuori Albiate per svolgere la propria attività lavorativa. Anche in questo caso gli spostamenti sono stati definiti in base a polarità principali rappresentative dei punti di partenza e di arrivo. L'analisi, logicamente, è stata limitata alle percorrenze interne al nucleo comunale, senza considerare la quantità di km o i consumi di combustibili annettibili alla percorrenza su strade provinciali o extra-comunali, fino al luogo di lavoro.

In tal caso il punto di partenza relativo ai vari flussi è rappresentato dalle singole isole censuarie intorno a cui grava la popolazione (a cui Istat annette spostamenti quotidiani lavorativi); il punto di arrivo, invece, è stato considerato nell'allaccio alla strada statale di collegamento con Monza.

Attraverso questo modello è stato possibile valutare spostamenti, flussi, percorrenze e consumi energetici ad esse annessi.

In particolare il metodo utilizzato ha permesso di abbinare al singolo spostamento una velocità media di percorrenza calcolata in considerazione della tipologia di percorso stradale con l'ausilio di uno specifico software gps.

6.3.3 I flussi di spostamento

Sulla base della metodologia descritta, di seguito si sintetizzano i dati in input utilizzati nel modello di simulazione.

La tabella che segue riporta i valori di distanze compute per i due casi di analisi (spostamenti interni al Comune e spostamenti per pendolarismo lavorativo).

Codice isola censuaria	Distanza percorse spostamenti interni [km]	Distanza percorse pendolarismo [km]
1	0	2,2
2	0	3,2
3	0	2,1
4	0	1,7
5	0,9	1,8
6	0	1,4
7	1,6	0,85
8	1,1	2
9	2,4	2,2
14	1	2,8
15	2	0,85
17	1	2,8
19	0	1,3
20	1,1	0,75

Tabella 6.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Istat.

Il numero di veicoli applicabili al pendolarismo lavorativo è stato calcolato considerando 1,1 persona per veicolo. In questo caso, infatti, si è ritenuto che la maggior parte dei lavoratori pendolari si sposti fuori dal proprio comune, utilizzando il proprio mezzo singolarmente.

Le percorrenze legate a questo tipo di spostamenti sono state calcolate come distanza fra il baricentro della singola isola censuaria e l'accesso alla strada provinciale di collegamento con Monza.

Al fine di valutare il consumo complessivo per il settore trasporti analizzato a livello urbano è stata considerata la curva di consumo medio del parco veicolare già descritta nei paragrafi precedenti disaggregata in base alle velocità medie di percorrenza.

Si precisa che tutti i flussi interni sono stati modellizzati considerando una velocità media di percorrenza variabile fra i 18 e i 30 km/h. Mentre i flussi per pendolarismo, in base al modello costruito, hanno fatto registrare una velocità di percorrenza variabile fra 24 e 45 km/h.

Inoltre, si è ritenuta rappresentativa della realtà la seguente cadenza temporale di flussi:

- relativamente ai traffici legati al pendolarismo lavorativo si è considerato che gli stessi siano applicati per 300 giorni all'anno. Si è valutato infatti che in media le giornate lavorative in un anno sono circa 250. Tuttavia per esaustività del modello si è ritenuto che nelle 50 giornate residuali la popolazione lavorativa si sposti per altri motivi fuori dal proprio comune;
- per quanto invece riguarda i traffici interni si è ritenuto che la popolazione non si muova ogni giorno nel comune, ma il numero di spostamenti è stato ridotto applicando una periodicità annua di 300 giorni/anno.

Questi ultimi due punti possono essere intesi come convenzione applicata al modello di calcolo, non potendo avere una rappresentazione misurata degli spostamenti.

A seguito dell'analisi descritta la tabella seguente disaggrega i risultati in termini di consumi energetici ottenuti.

Combustibile	Pendolari [kg]	Interni [kg]	Somma [t]
Benzina	100.416	60.486	160,9
Gasolio	48.943	29.481	78,4
Altro	8.973	5.405	14,4

Tabella 6.4 Elaborazione Ambiente Italia.

La quota maggiore di consumo spetta ai flussi legati al pendolarismo lavorativo. Il grafico che segue riporta il dato riferito alla singola isola censuaria.

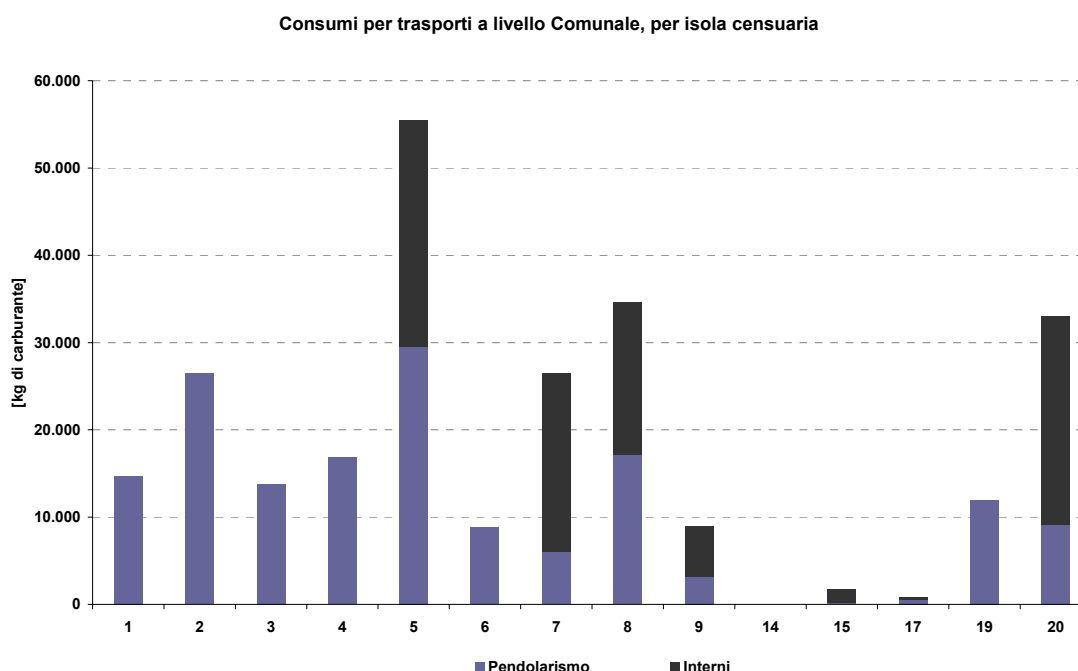


Grafico 6.19 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Automobil Club d'Italia, Copert 4 e Istat.

Nel 2009 è possibile anettere al Comune di Albiate le seguenti quote di consumo:

- 160,9 tonnellate di benzina
- 78,4 tonnellate di gasolio
- 14,4 tonnellate di GPL.