

INDICE

Premessa metodologica	1
1. L'EVOLUZIONE DEI CONSUMI DI ENERGIA	2
1.2 Considerazioni generali	2
1.3 Gli usi civili	6
1.3.1 Dati riassuntivi	6
1.3.2 La domanda di servizi energetici	8
1.3.3 I consumi e gli usi finali termici	18
1.3.4 I consumi e gli usi finali elettrici	24
1.3.5 Analisi territoriale dei consumi – Riepilogo dei risultati	28
1.4 Le attività produttive	29
1.4.1 Dati riassuntivi	29
1.4.2 La domanda di servizi energetici	30
1.4.3 I consumi e gli usi finali termici	33
1.4.4 I consumi e gli usi finali elettrici	35
1.4.5 Analisi territoriale dei consumi – Riepilogo dei risultati	38
1.5 I trasporti	39
1.5.1 Dati riassuntivi	39
1.6 I Bacini Energetici Territoriali	47
2. EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI DEI GAS DI SERRA	54
2.2 Le emissioni specifiche	54
2.2.1 Prodotti petroliferi	55
2.2.2 Gas naturale	55
2.2.3 Energia Elettrica	56
2.2.4 Teleriscaldamento	59
2.3 Le emissioni complessive	62
2.3.1 Gli usi civili	68
2.3.2 Le attività produttive	72
2.3.3 I trasporti	75

Premessa metodologica

Lo studio del sistema energetico-ambientale del territorio provinciale di Bologna è stato intrapreso attraverso tre passaggi consecutivi:

- l'analisi per quanto possibile, dell'evoluzione storica dei consumi energetici;
- la determinazione dei fattori-causa di questi consumi;
- la traduzione della suddetta evoluzione in termini di emissioni di gas di serra.

L'analisi del sistema energetico della Provincia è stata in particolare evidenziata mediante la ricostruzione, per il periodo 1985-1999, dei bilanci energetici provinciali. Il dettaglio di questa analisi ha consentito la disaggregazione dei consumi per settori di attività e per vettori energetici utilizzati. La scelta di costruire i consumi energetici durante un certo numero di anni ha consentito di individuare con maggiore chiarezza gli andamenti tendenziali per i diversi vettori energetici o settori.

Accanto all'analisi temporale del sistema energetico cittadino, è stato possibile solo in alcuni casi fare un'analisi di tipo spaziale disaggregando i consumi energetici, relativamente al 1999, per le diverse aree della Provincia. In questo modo alcune delle caratteristiche energetiche sono state relazionate alle diverse attività presenti nelle varie zone della Provincia. Per la scelta delle aree su cui effettuare questa analisi si è cercato di considerare delle zone con un qualche riconoscimento amministrativo. Per questo, per alcuni parametri si sono scelti le aree comunali che forniscono una risoluzione molto dettagliata della città.

L'analisi spaziale del sistema energetico della città può costituire la base per la definizione per una ripartizione del territorio in cosiddetti "Bacini Energetici Urbani", cioè aggregazioni delle suddivisioni precedenti che definiscono zone al loro interno il più possibile omogenee e che consentono una rapida visualizzazione delle peculiarità energetiche del territorio provinciale.

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

Attraverso questa analisi si è voluto ricostruire l'evoluzione passata delle emissioni dei gas di serra e valutare così la variazione delle stesse rispetto al 1990, preso come anno di riferimento in analogia a quanto stabilito dal protocollo di Kyoto.

L'impostazione metodologica descritta, la procedura di calcolo e le caratteristiche tecniche degli elementi considerati derivano dall'utilizzo del modello e del software AIRE (Analisi Integrata per la Riduzione dell'Effetto Serra), uno strumento realizzato all'interno del "Programma di azioni a supporto dell'iniziativa delle amministrazioni locali in attuazione della convenzione quadro sui cambiamenti climatici", finanziato dal Ministero dell'Ambiente¹. Questa iniziativa si è svolta nell'ambito delle campagne europea ed italiana "Città per la protezione del clima", promosse da Legambiente ed ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives).

¹ AIRE (1998) è uno strumento a disposizione di tutti i Comuni aventi popolazione superiore alle 50.000 unità, di tutte le amministrazioni provinciali e regionali.

1. L'EVOLUZIONE DEI CONSUMI DI ENERGIA

1.2 Considerazioni generali

I consumi energetici complessivi nella Provincia di Bologna sono stati stimati, al 1999, pari a 2265 ktep (espressi in energia finale). Nel 1990 i consumi registrati sono stati pari a 2064 ktep, per un incremento percentuale pari al 10%, mentre nel 1985 pari a 1890 ktep (+20% circa). Come si può notare dal grafico, i consumi in Provincia conoscono un trend di crescita sostanzialmente costante; le fluttuazioni fatte registrare in alcuni anni sono la risultante, come si vedrà più in dettaglio nel seguito dell'analisi, di tendenze contrapposte da parte di alcuni dei settori di consumo.

Per quanto riguarda gli anni antecedenti il 1993, dai dati di consumo non è stato possibile, mancando i dati relativi, sottrarre la quota di vettori energetici utilizzati per l'autoproduzione di energia elettrica. Ne consegue una probabile sovrastima dei consumi nel periodo suddetto e quindi una sottostima delle variazioni complessive.

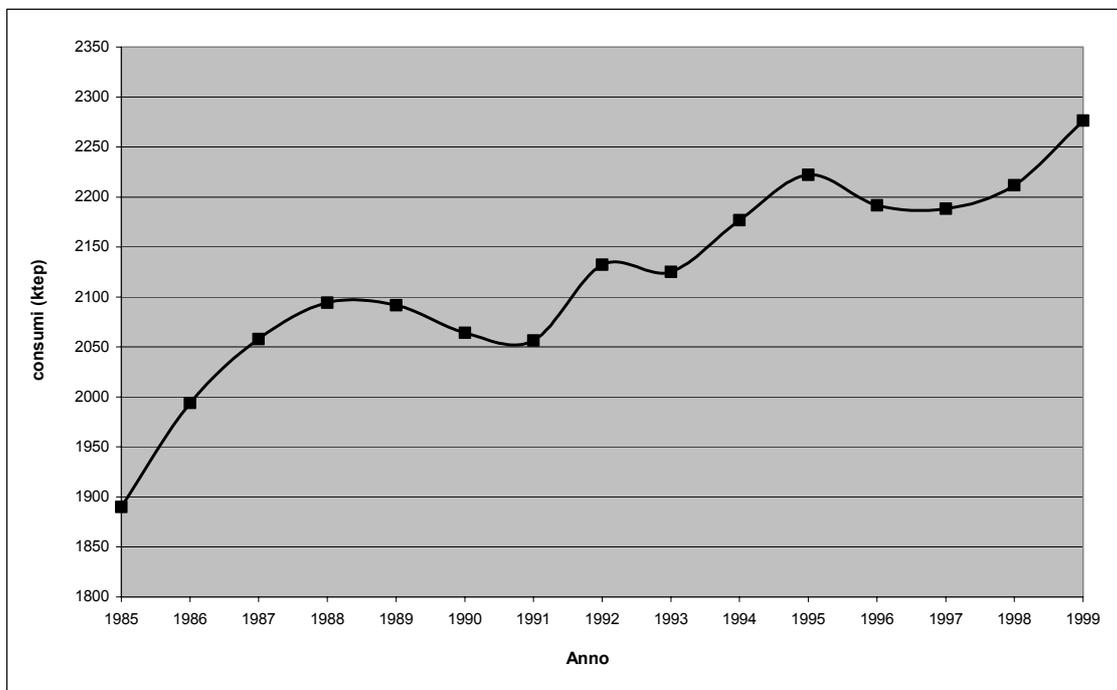


Fig. 1.1 Evoluzione dei consumi energetici in Provincia di Bologna

Come verrà evidenziato nel seguito, i valori di consumo sono stati calcolati normalizzando i consumi dei vettori energetici utilizzati per il riscaldamento mediante i *gradi-giorno*, svincolandosi quindi dai fattori climatici. E' importante sottolineare che, in assenza di normalizzazione, considerando quindi i consumi veri e propri, questi risultano caratterizzati da oscillazioni a volte considerevoli, che impediscono di evidenziare un trend definitivo e quindi non consentono un confronto oggettivo fra i differenti anni.

Risulta evidente, dalle considerazioni precedenti, come il processo di normalizzazione si renda necessario, soprattutto in una realtà come quella bolognese, nella quale i consumi energetici per riscaldamento rappresentano, come vedremo, una quota significativa dei consumi e le cui variazioni possono mascherare le variazioni tendenziali degli stessi.

Nel seguito dell'analisi, quindi, per consumi si intenderanno i consumi normalizzati nel modo suddetto.

I consumi per abitante passano da 2.06 tep nel 1985 a 2.48 nel 1999 a fronte di una popolazione che invece, nell'arco di tempo considerato, rimane sostanzialmente stabile (-0,3%).

Nel 1997 i consumi della Provincia di Bologna hanno rappresentato circa il 19,6% dei consumi complessivi della Regione Emilia Romagna (pari a 11600 ktep).

Per quanto riguarda il Comune capoluogo, il peso in termini di consumi finali è risultato invece nel medesimo anno pari a poco meno del 37% del totale provinciale.

Come risulta dal grafico seguente, la ripartizione settoriale dei consumi si caratterizza per una prevalenza del settore degli usi civili, seguito dai trasporti e dalle attività produttive.

La voce "usi civili" si intende comprensiva del settore residenziale e di quello terziario. Questa scelta è stata dettata dalla necessità di dover gestire una banca dati a disposizione mancante, in alcuni casi, del sufficiente dettaglio ed omogeneità tra fonti energetiche necessari per poter fare un distinguo significativo tra i due settori sopracitati.

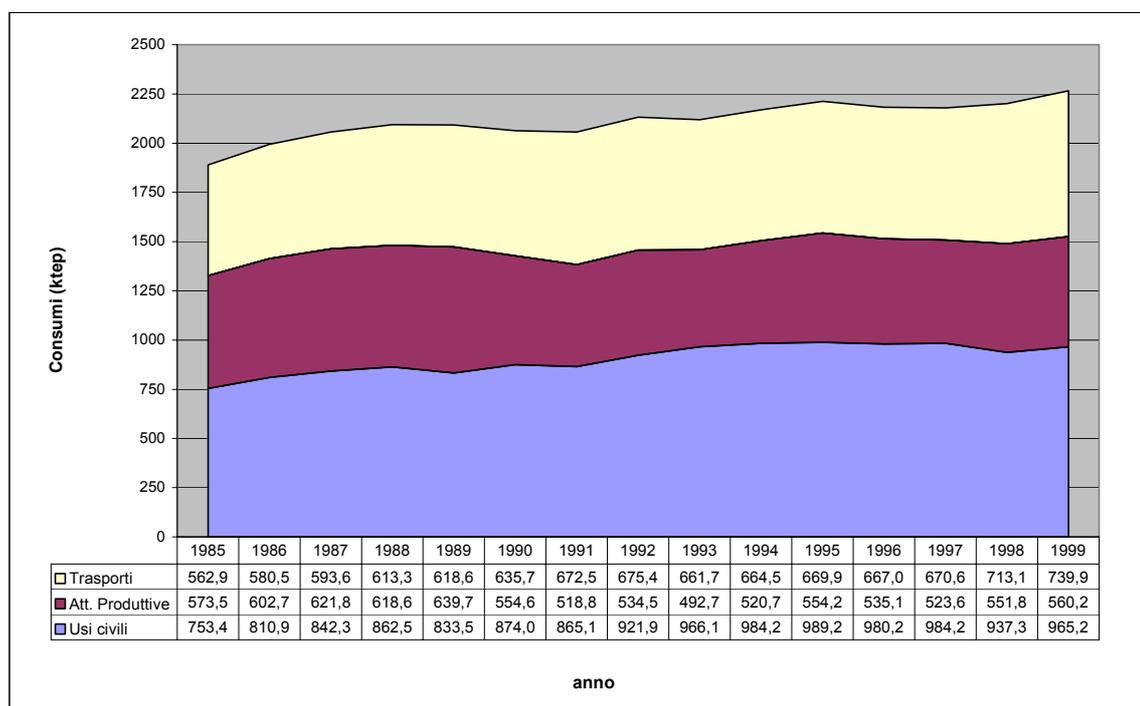


Fig. 1.2 Ripartizione settoriale dei consumi

L'analisi delle variazioni intercorse evidenzia un notevole incremento del settore civile, i cui consumi nel 1999 superano del 28% i consumi del 1985 e dell'10% quelli del 1990.

Un trend di crescita ben definito anche se più marcato, corrisponde anche al settore dei trasporti, con un aumento percentuale del 30% circa rispetto al 1985, concentrato principalmente negli anni antecedenti il 1993. Per quanto riguarda le attività produttive non si osservano trend ben definiti nel livello di consumo complessivo, essendo caratterizzati da variazioni alterne. Complessivamente, però si nota una tendenza alla riduzione dei consumi rispetto al 1985, concentrata negli anni successivi al '90. Come verrà analizzato in dettaglio in seguito, tale dinamica è la risultante di tendenze contrapposte da parte dei singoli vettori utilizzati da questo settore.

Per quanto riguarda la ripartizione percentuale dei consumi complessivi fra i diversi settori, esse sono rappresentate nel grafico a seguire. La quota relativa agli usi civili ammonta, nel 1999 al 43% (era il 40% nel 1985). Alle attività produttive ed ai trasporti competono rispettivamente il 24,6% e 32,5%.

Nel complesso, si registra una perdita di peso relativo delle attività produttive a favore dei trasporti e degli usi civili (in particolare come vedremo del terziario), in completa analogia a quanto si è verificato su scala regionale nel medesimo arco temporale.

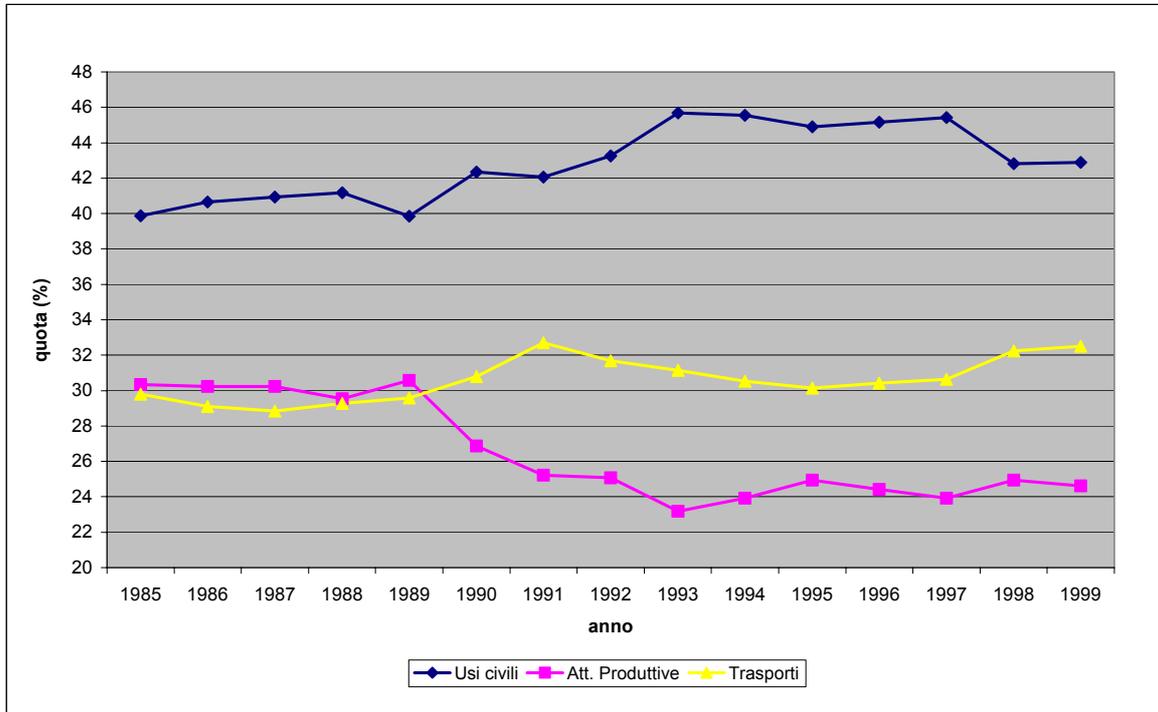


Fig. 1.3 Peso % dei singoli settori sul consumo complessivo

Per quanto riguarda la ripartizione dei consumi per tipologia di vettore energetico, il gas naturale mostra un continuo incremento che lo porta ad un valore di consumo che supera il 50% il corrispondente valore al 1985 e del 14% quello del 1990. Tale aumento si verifica a scapito essenzialmente del gasolio e dell'olio combustibile, i cui consumi diminuiscono del 32% e dell'88% rispettivamente rispetto al 1985 (-14% e -31% rispetto al 1990). Anche per quanto riguarda l'energia elettrica si registra un considerevole aumento, che porta il consumo ad un livello che supera del 66% quello del 1985 e del 30% circa quello del 1990. Per quanto riguarda il GPL si notano trend di crescita notevolmente variabili in entità nel periodo considerato; tale andamento è difficilmente interpretabile. Invece interessante la crescita del fluido termovettore dal 1990 ad oggi.

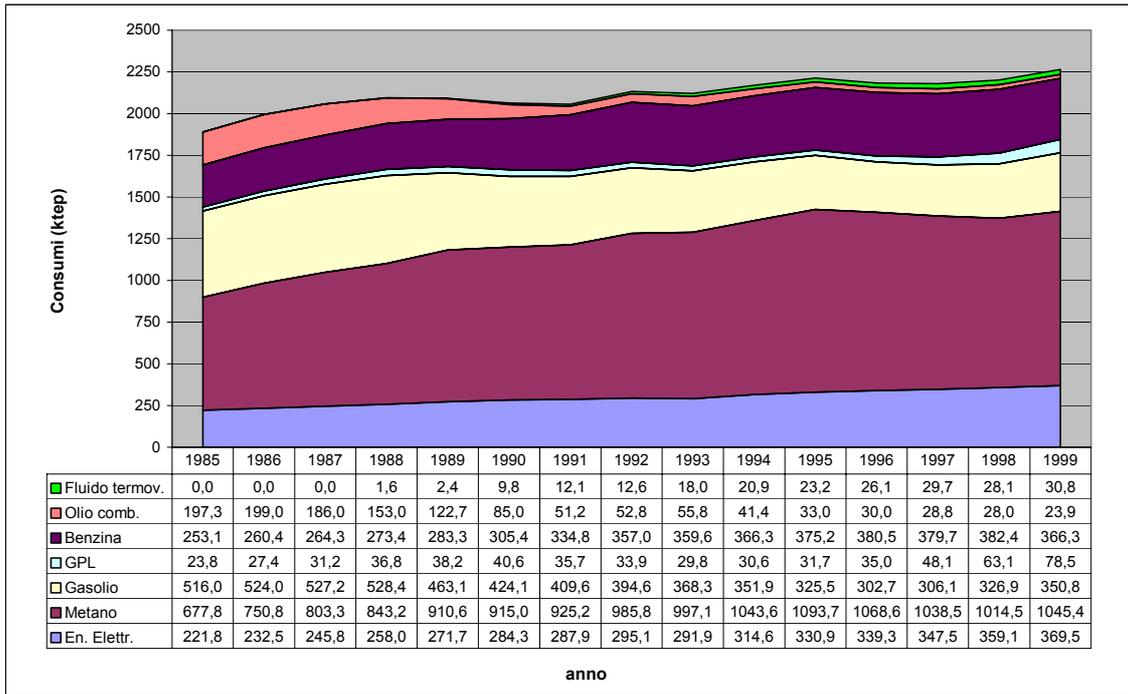


Fig. 1.4 Ripartizione vettoriale dei consumi

Il gas naturale mantiene ed anzi incrementa il primato di vettore più utilizzato, con una quota parte percentuale di circa il 46% del totale. La quota detenuta dal gasolio decresce sensibilmente, portandosi ad un livello inferiore a quello di benzina ed energia elettrica. Per quanto riguarda quest'ultima, la sua quota risulta al 1999 pari al 16,2%.

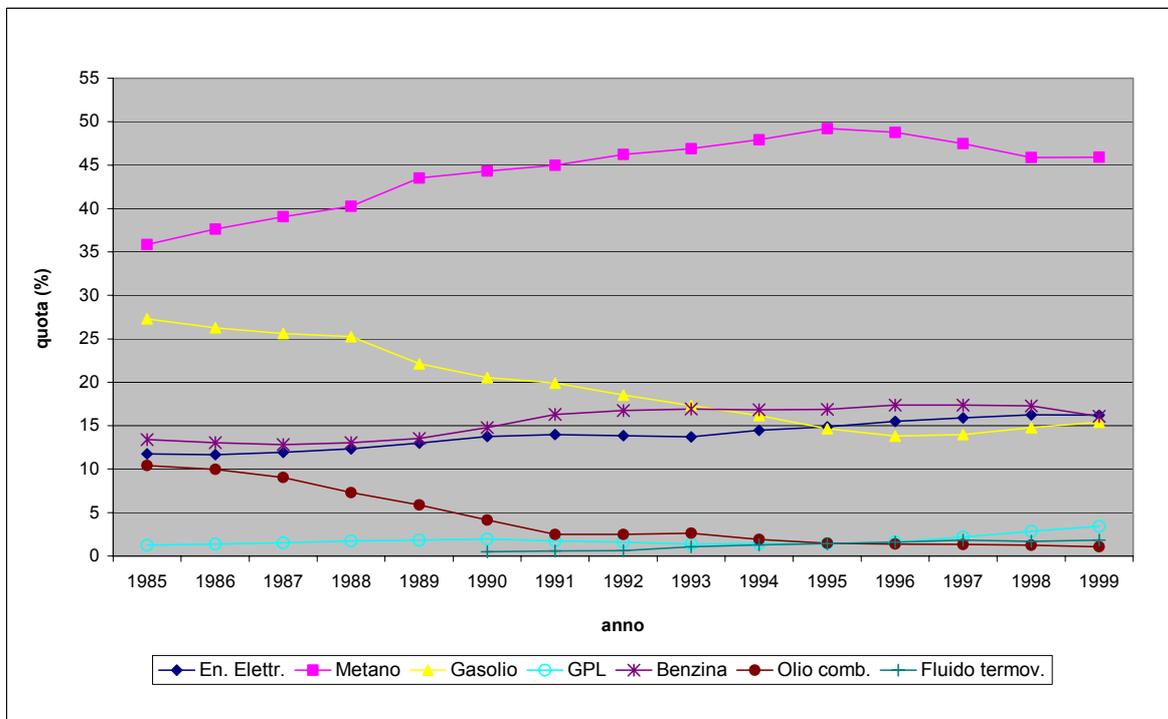


Fig. 1.5 Peso % dei vettori sul consumo totale

1.3 Gli usi civili

1.3.1 Dati riassuntivi

Come si è già detto, residenziale occupa un peso rilevante sui consumi energetici complessivi della realtà bolognese, essendo il settore più energivoro. I consumi ad esso associati sono rappresentati nel grafico seguente, disaggregati per vettore energetico.

Nel 1999 i consumi energetici sono stati pari a 965 ktep con un aumento del 30% circa rispetto al 1985.

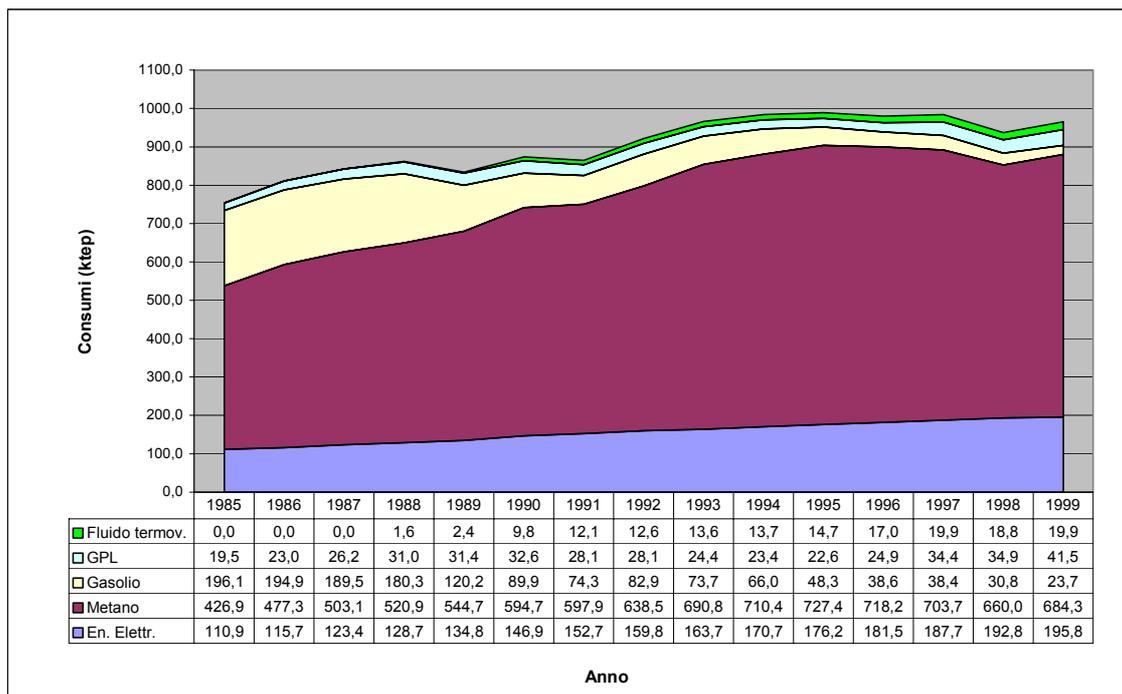


Fig. 1.6 Ripartizione vettoriale dei consumi

La ripartizione percentuale dei consumi mostra variazioni rilevanti nell'arco di tempo considerato. Il gas naturale è senza dubbio il vettore energetico dominante in questo settore, caratterizzato da una costante crescita complementare alla riduzione del gasolio. Nel 1999, la sua quota parte risulta pari al 70% (era il 56% nel 1985 ed il 68% circa nel 1990).

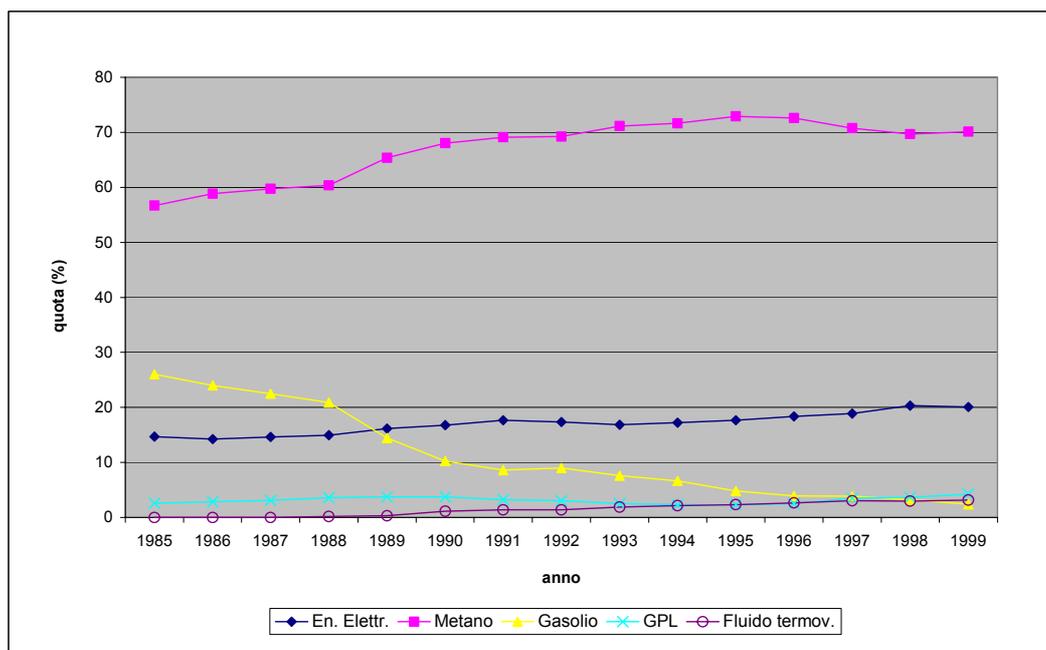


Fig. 1.7 Peso % dei vettori sul consumo totale

Rispetto al consumo totale, si sta assistendo, comunque, ad una diminuzione del peso dei vettori energetici per usi strettamente termici (gas naturale, gasolio, GPL, fluido termovettore) a vantaggio dell'energia elettrica. Infatti, se nel 1985 la quota dei vettori "termici" sul totale era del 85,3%, nel 1990 diviene dell'83,2% e nel 1999 dell'80%.

A questo proposito è interessante notare le variazioni percentuali sia dei consumi per usi termici che dei consumi elettrici. A fronte di un incremento del 18% circa dei primi, si assiste ad un incremento decisamente più marcato e costante dei secondi (+76%), legato in larga misura al settore terziario, come vedremo in dettaglio nel seguito.

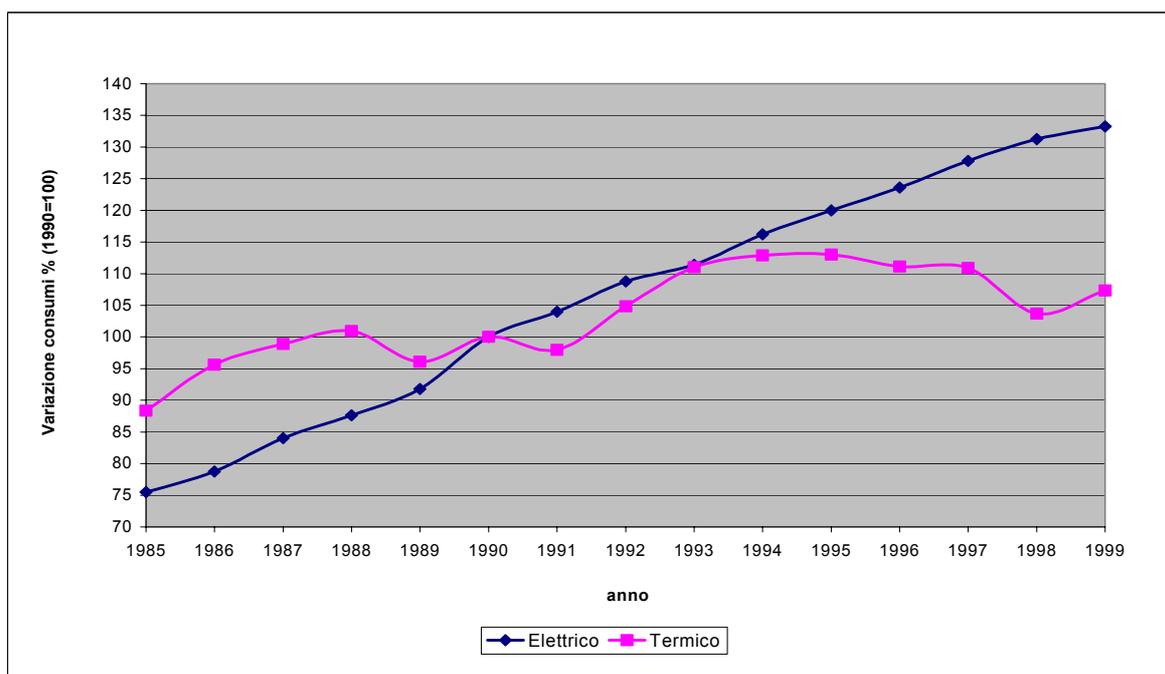


Fig. 1.8 Variazione % dei consumi termici ed elettrici

1.3.2 La domanda di servizi energetici

Scopo di questa parte è quello di fornire delle chiavi di lettura per la comprensione delle modalità di consumo di energia in questo settore. L'analisi prenderà, dove possibile, in considerazione anche la distribuzione sul territorio della popolazione e delle abitazioni.

La popolazione

La popolazione residente in Provincia di Bologna al 31 dicembre 1999 è risultata pari a 917.110 unità. A Bologna risiede circa il 41,5% della popolazione contro il 21,4% della zona Area Metropolitana Bolognese, il 16,2% della pianura, l'11,5% dell'imolese e il 9,4% della montagna. La ripartizione della popolazione residente a livello comunale è rappresentata nella TAV.1.

Per quanto riguarda le dinamiche demografiche, da registrare che nel 1999 la popolazione provinciale conosce per il quarto anno consecutivo una dinamica positiva.

Nel grafico seguente viene mostrato l'andamento della popolazione in provincia e nel capoluogo per il periodo 1985-'99. Come si può notare, il trend fatto registrare dal comune capoluogo è sempre marcatamente negativo, fatta eccezione, come già anticipato, per gli ultimi anni in cui si assiste ad una attenuazione del fenomeno.

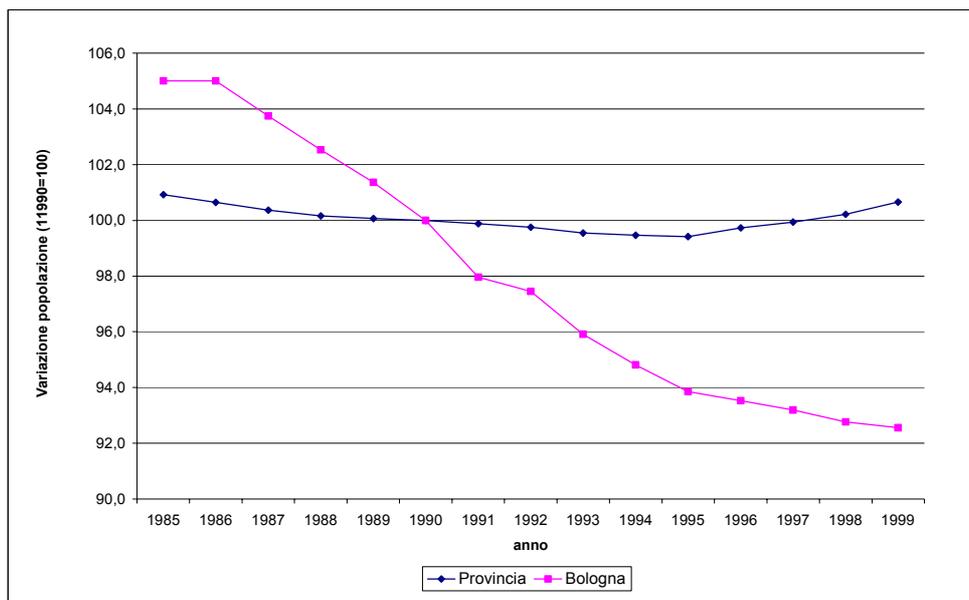


Fig. 1.9 Variazione % della popolazione

L'aumento registrato nel 1999, il più elevato degli ultimi 4 anni, è stato pari a 3.991 unità (+0,4%). Questo andamento è il risultato della perdita molto limitata che ha interessato anche nel 1999 il capoluogo (-845 unità, pari allo 0,2%) e dei contrapposti aumenti che si sono verificati nelle altre quattro zone della Provincia. I livelli più elevati di crescita hanno riguardato i comuni di Castel Guelfo (+3,7%), Fontanelice (+3,6%), Monghidoro e Castel d'Argile (+3,5%).

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Bologna	401.308	394.969	390.434	386.491	385.136	383.761	382.006	381.161
Pui	191.851	192.115	192.620	193.053	194.011	194.283	194.994	196.189
Pianura	138.548	139.956	141.297	142.531	143.747	145.048	146.748	148.255
Montagna	76.518	78.181	79.583	80.878	82.352	83.546	84.943	86.054
Imolese	100.701	101.725	102.320	102.885	103.385	103.955	104.428	105.451
Totale	908.926	906.946	906.254	905.838	908.631	910.593	913.119	917.110

Tab. 1.1 Popolazione residente al 31 dicembre per zona territoriale, anni 1992-'99

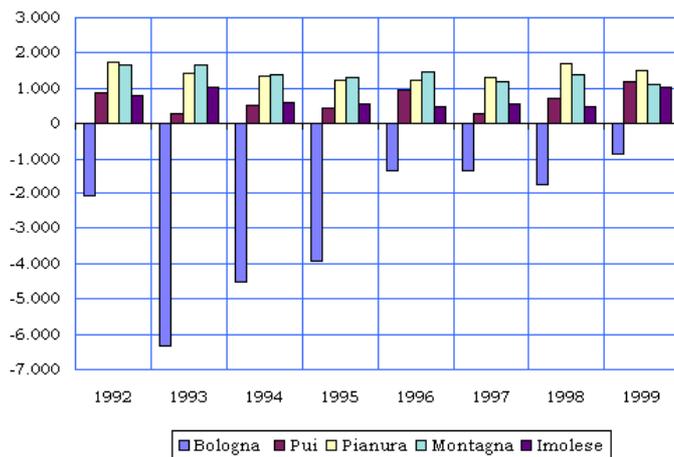


Fig. 1.10 Saldo totale della popolazione residente negli anni 1992-'99

La variabile che maggiormente ha condizionato la dinamica demografica della provincia e delle diverse zone è il saldo migratorio. Esso si è confermato positivo per il 1999, in sensibile crescita rispetto all'anno precedente e su livelli decisamente superiori rispetto alla media dell'ultimo quinquennio. Entrando nel dettaglio delle singole zone, si può sottolineare che l'apporto di Bologna appare anche in questo caso rilevante.

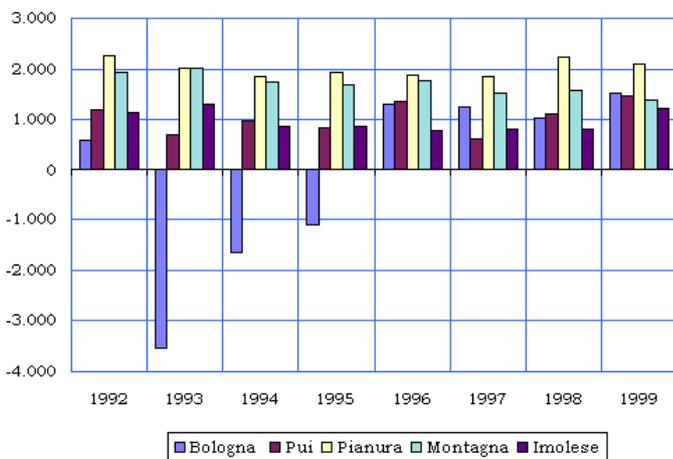


Fig. 1.11 Saldo migratorio della popolazione residente negli anni 1992-'99

Nelle TAV. 2-3 è riportata la variazione demografica a livello sub-provinciale valutata sui periodi 1986-'90 e 1990-'99.

Il processo di invecchiamento della popolazione, che ha raggiunto ormai da tempo nell'area bolognese uno dei livelli più alti in ambito nazionale, viene parzialmente rallentato dalle dinamiche più recenti. Ciò è quanto si desume dall'andamento degli indicatori abitualmente utilizzati per descrivere il fenomeno. "L'indice di vecchiaia" (numero di anziani ogni 100 giovani) è diminuito lievemente nell'ultimo anno arrivando a 216,6.

	0-14 anni	15-64 anni	65 anni e più	Totale popolazione	Indice di vecchiaia	% <= 14 anni	% 65 anni e più	% 75 anni e più
Bologna	34.534	247.372	99.255	381.161	287,4	9,1	26,0	12,7
Pui	21.951	136.758	37.505	196.214	170,9	11,2	19,1	8,3
Pianura	17.226	98.950	32.073	148.249	186,2	11,6	21,6	10,0
Montagna	10.460	57.654	17.951	86.065	171,6	12,2	20,9	9,7
Imolese	12.691	69.790	22.943	105.424	180,8	12,0	21,8	10,3
Totale	96.862	610.524	209.727	917.113	216,5	10,6	22,9	10,8

(a) Il numero dei residenti riportato in questa tavola differisce da quello di Tav. 1 essendo il primo di fonte anagrafica ed il secondo diffuso dall'Istat.

Tab. 1.2 Popolazione residente al 31 dicembre 1999 per zona territoriale e classi di età

Gli ultra-sessantacinquenni continuano tuttavia a rappresentare poco meno di un quarto della popolazione (22,9%) dell'intera provincia, mentre oltre un residente ogni dieci ha superato la soglia dei 75 anni.

Bologna, con un indice di vecchiaia pari a 287, è la realtà dove il fenomeno ha raggiunto la dimensione più rilevante: il 26% della popolazione ha un'età superiore ai 64 anni ed i giovani sotto i 15v anni sono solo il 9% circa. La popolazione più giovane risulta maggiormente rappresentata in tutte le altre zone della provincia, ed in particolare nella zona di montagna e nell'imolese (12,2% e 12% rispettivamente).

Le differenze esistenti a livello locale quanto a composizione per età della popolazione sono talmente marcate che, nel 1999, gli indici di vecchiaia del comune più giovane (Calderara di Reno) e di quello più vecchio (Castel del Rio) sono pari rispettivamente a 105,4 e circa 340 (vedi TAV.4).

Un divario analogo si riscontra anche per l'età media della popolazione. Per la provincia questo indicatore è pari a 45,5 anni (47,5 a Bologna), mentre le due posizioni estreme risultano occupate dai comuni di Castello d'Argile (41) e di Castel del Rio (49).

Ai fini della domanda di servizi energetici, più della popolazione è chiaramente importante il numero di famiglie residenti, in quanto relazionato alle abitazioni cui questi servizi sono associati. Sono poco più di 400.000 i nuclei familiari residenti in provincia di Bologna nel 1999, ripartiti a livello comunale secondo quanto rappresentato in TAV.5. Il loro numero è tendenzialmente aumentato in tutto il periodo considerato. In generale si può notare un incremento del numero di famiglie superiore a quello della popolazione, come conseguenza del minor numero di componenti per nucleo (vedi grafico). A livello provinciale, si è passati da 2,42 componenti per famiglia nel 1990 a 2,29 nel 1999.

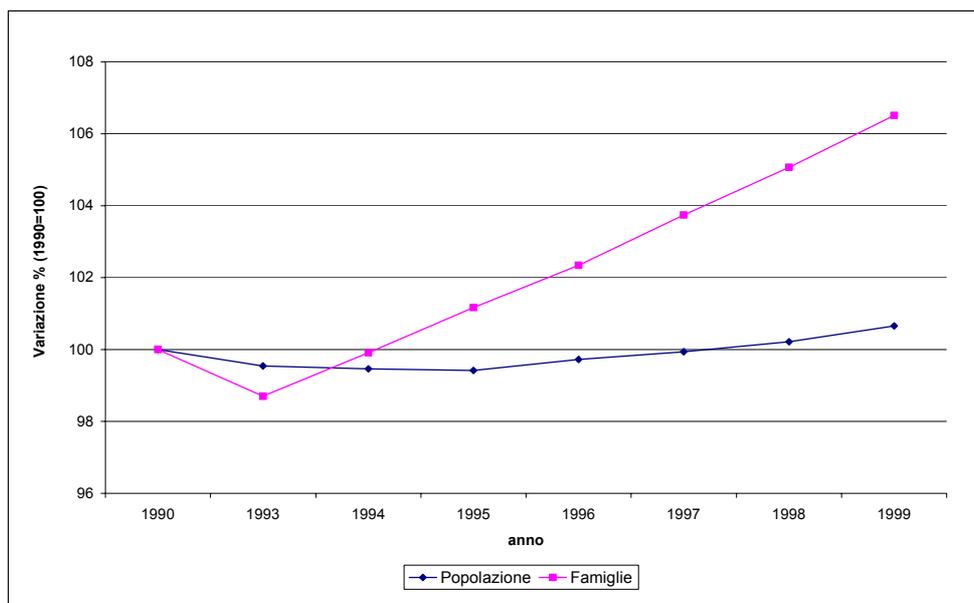


Fig. 1.12 Variazione % di popolazione e numero di famiglie

Le abitazioni

Il territorio provinciale risulta solo parzialmente urbanizzato: questo risulta evidente considerando la densità di popolazione per comune, (TAV.6) e dalla distribuzione delle zone urbanizzate² (TAV.7).

I nuclei urbanizzati più consistenti sono concentrati nel capoluogo e nella prima cintura urbana.

La densità abitativa, valutata per unità di superficie urbanizzata, è invece riportata in TAV. 8.

E' degno di nota che più del 40% della popolazione sia concentrata nel capoluogo.

Nel 1991, secondo il censimento ISTAT, in Provincia di Bologna le abitazioni complessive erano 417.802 di cui 62.427 (pari a circa il 17,6%) non occupate.

Dalla definizione di "abitazioni non occupate" data nelle note esplicative del censimento si desume che queste non sono necessariamente abitazioni che non usufruiscono di servizi energetici. E' invece probabile che buona parte di esse siano comunque occupate da persone che non hanno dimora abituale in provincia ma che, di fatto, sono presenti per motivi di studio o di lavoro. E' quindi più ragionevoli, per una analisi energetica, considerare il numero complessivo delle abitazioni³.

² Definite come aree caratterizzate dalla presenza di edifici ed in cui gli edifici e la viabilità coprono oltre la metà della superficie totale.

³ "Un'abitazione è considerata occupata quando in essa abitano una o più famiglie le cui persone abbiano dimora abituale nell'abitazione, anche se temporaneamente assenti alla data del censimento. Un'abitazione è considerata non occupata quando essa non è abitata da alcuna persona oppure è abitata solamente da persone temporaneamente presenti che, cioè, non hanno la dimora abituale in quell'abitazione (ad esempio, è il caso di studenti fuori sede che frequentano un corso di studi nel Comune di censimento)." Tratto da: "13° Censimento generale della Popolazione 1991 - Vigevano".

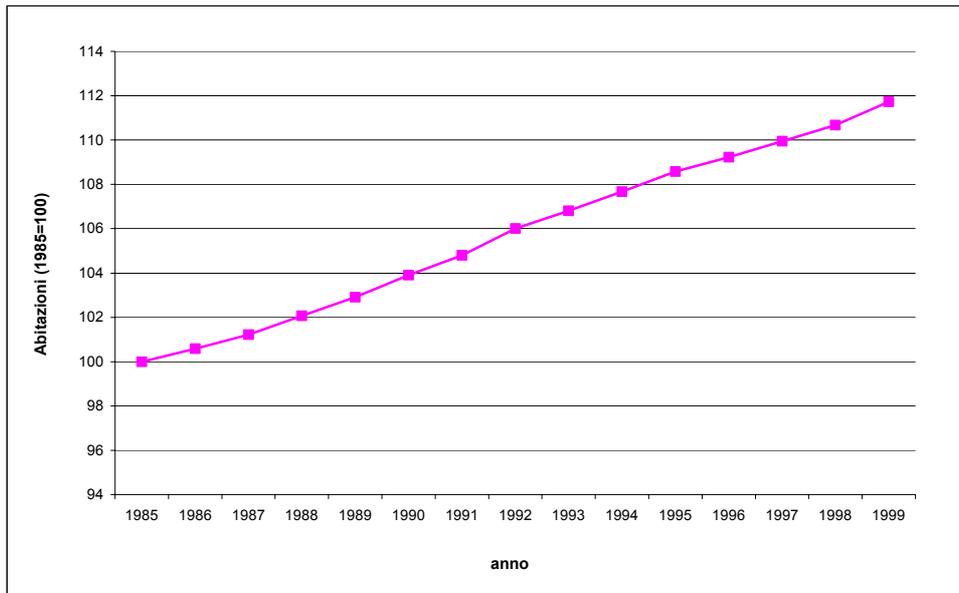


Fig. 1.13 Variazione % del numero di abitazioni

Negli anni successivi al 1991, il numero di abitazioni cresce (con un tasso annuo di circa l'1 %) fino a raggiungere nel 1999 (dato ISTAT) 445.427 unità (+7%) in sostanziale accordo con il contemporaneo aumento dei nuclei familiari.

La volumetria residenziale di nuova costruzione nel periodo considerato ammonta complessivamente a circa 16.500.000 mc per un totale di 5.500 nuovi edifici.

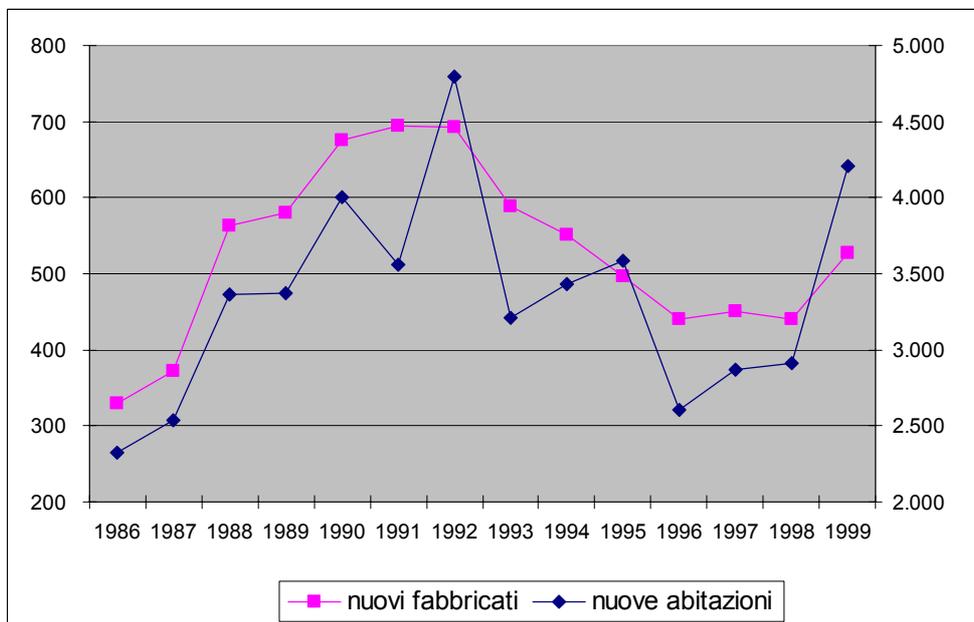


Fig. 1.14 Nuovo costruito per anno

	abitazioni	di cui nuove	volumetria
1990	414240	4.001	1866189
1991	417802	3.562	1675853
1992	422596	4.794	2211380
1993	425806	3.210	1548857
1994	429238	3.432	1675584
1995	432827	3.589	1701954
1996	435435	2.608	1224695
1997	438303	2.868	1264146
1998	441218	2.915	1371787
1999	445427	4.209	1959068

Tab.1.3 Nuovo costruito per anno

Nelle Tav.9-10 viene riportato l'andamento dell'attività edilizia nei differenti comuni della provincia ed evidenziate le zone di maggior sviluppo tra il 1990 ed il 1999.

Sempre dal censimento ISTAT 1991 si derivano alcune caratteristiche fondamentali riguardanti le strutture abitative.

L'epoca di costruzione degli edifici è un parametro importante in quanto definisce le caratteristiche costruttive soprattutto in termini di materiali utilizzati.

ante 1919	62354
19-45	48296
46-60	98464
61-71	104095
72-81	69674
82-86	21378
86-91	13542
92-96	17633
post 96	9992

Tab. 1.4 Distribuzione delle abitazioni in base all'epoca di costruzione

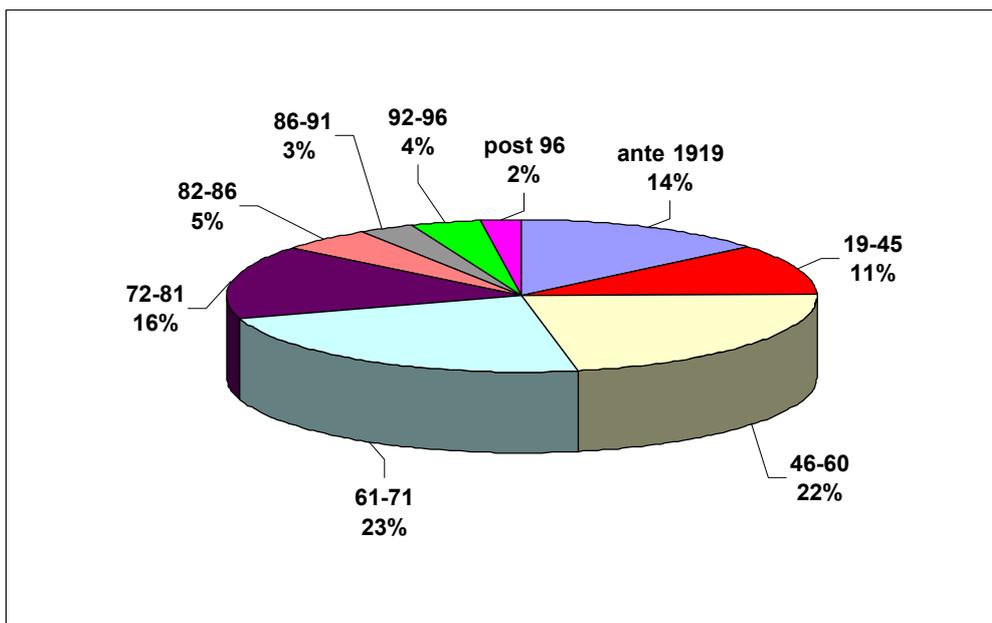


Fig. 1.15 Ripartizione del patrimonio edilizio per classi d'età

Le abitazioni costruite prima della guerra, costituiscono circa il 25% dell'intero patrimonio edilizio residenziale. Rilevante la percentuale (quasi il 40%) di abitazioni costruite tra il 1960 ed il 1980, anni in cui la questione energetica non veniva posta ad un livello adeguato per cui le tecnologie e i materiali non erano scelti per contenere i consumi energetici.

La distribuzione delle abitazioni in base all'epoca di costruzione per comune è rappresentata nella TAV.12.

Come si osserverà nei paragrafi successivi, sono di fondamentale importanza, ai fini del fabbisogno di energia per riscaldamento, le caratteristiche geometriche degli edifici. Un parametro semplice ed utile a tal fine è rappresentato dal numero di abitazioni in funzione della dimensione dell'edificio di appartenenza, dimensione definita come numero di abitazioni in esso contenute.

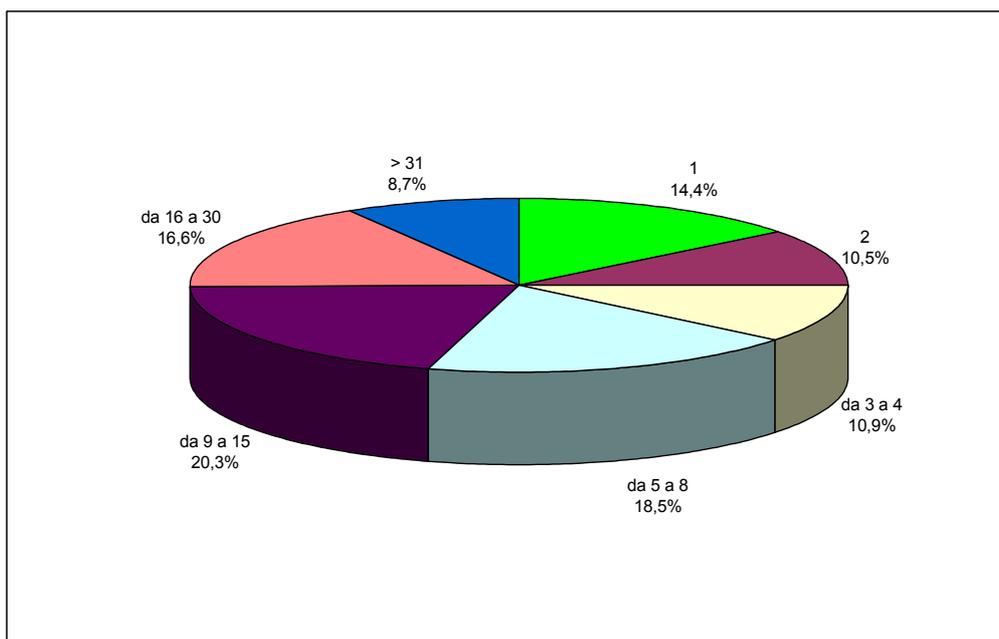


Fig. 1.14 Distribuzione delle abitazioni in base al n° di abitazioni per edificio – 1991

epoca di costruzione	numero di unità abitative per edificio						
	1	2	da 3 a 4	da 5 a 8	da 9 a 15	da 16 a 30	> 31
<1919	18871	9259	11588	15381	10645	4129	946
1919-1945	9215	6777	8145	11573	9347	3512	1918
1946-1960	8389	7431	8402	20212	25424	19854	6078
1961-1971	9284	8990	7574	14200	20978	24121	14573
1972-1981	9533	8601	7184	8832	12630	11158	8342
>1981	4771	2978	2796	7192	5536	6539	4528

Tab.1.5 Numero di unità abitative per edificio a seconda dell'epoca di costruzione

Per completezza, si riporta di seguito anche la distribuzione delle abitazioni in base al numero di piani dell'edificio di appartenenza.

epoca di costruzione	numero di piani per edificio				
	1	2	da 3 a 5	da 6 a 10	> 10
non indicato					
<1919	4030	28648	37115	1008	18
1919-1945	2619	16917	28271	2641	39
1946-1960	2694	17693	63229	12025	149
1961-1971	2855	17226	48719	30477	443
1972-1981	2704	17404	31371	13397	1404
>1981	1274	8423	20589	3539	515

Tab.1.6 Numero di piani per edificio a seconda dell'epoca di costruzione

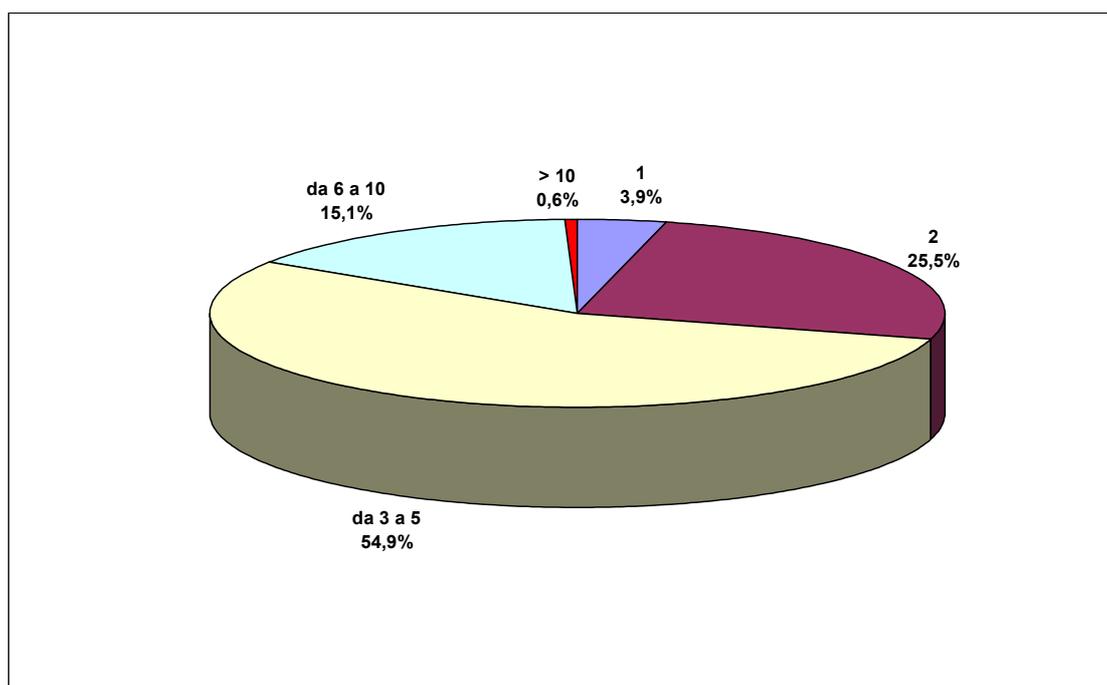


Fig. 1.15 Distribuzione abitazioni in base al numero di piani dell'edificio-1991

Le attività terziarie

Queste brevi note, ricavate dal censimento ISTAT dell'industria e dei servizi del 1991 e dal censimento intermedio del 1996 hanno lo scopo di fornire un quadro generale delle attività terziarie della realtà bolognese. Nonostante parte delle informazioni facciano riferimento ormai ad alcuni anni fa, si ritiene che, per gli scopi di questo lavoro siano da considerarsi ancora, indicative.

Per avere un'idea di come sono distribuite le infrastrutture del settore terziario è possibile rifarsi al censimento del 1996 e considerare sia il numero delle unità locali che il numero di addetti.

E' interessante osservare l'incidenza complessiva delle attività commerciali, che occupano quasi il 43% delle unità locali ed il 38% degli addetti complessivi.

	U.L	addetti
Comercio	23851	67857
Alberghi e ristoranti	3850	16310
Comunicazioni	5039	29114
Interm. Finanziaria	2139	14383
Att. Immobiliari e altr	17269	41207
Servizi	3975	9746
TOT	56123	178617

Tab.1.7 Unità locali e numero di addetti

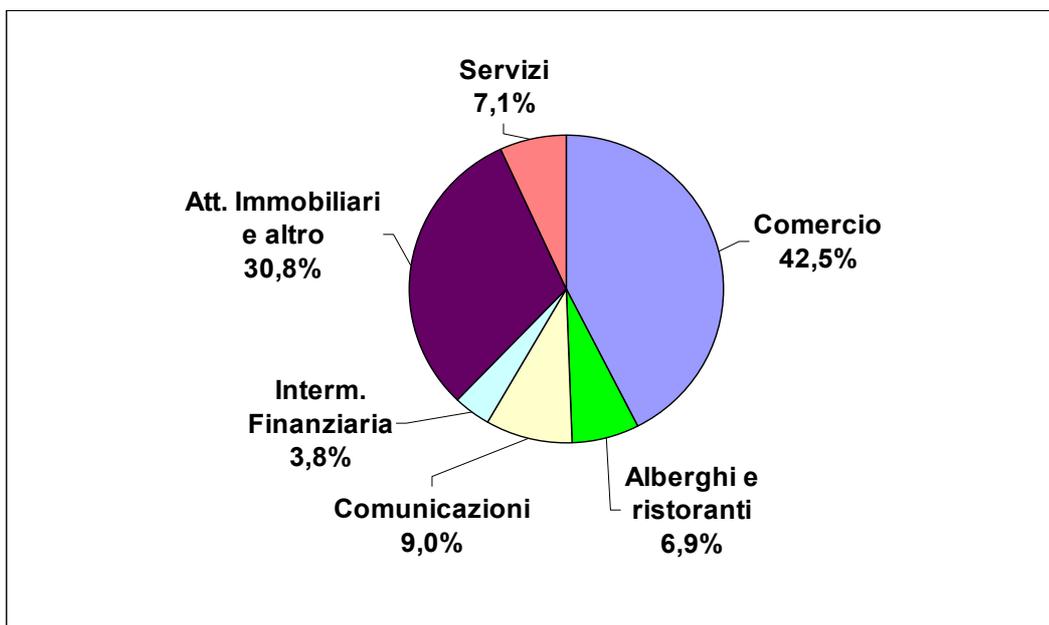


Fig.1.16 Ripartizione di unità locali per settore

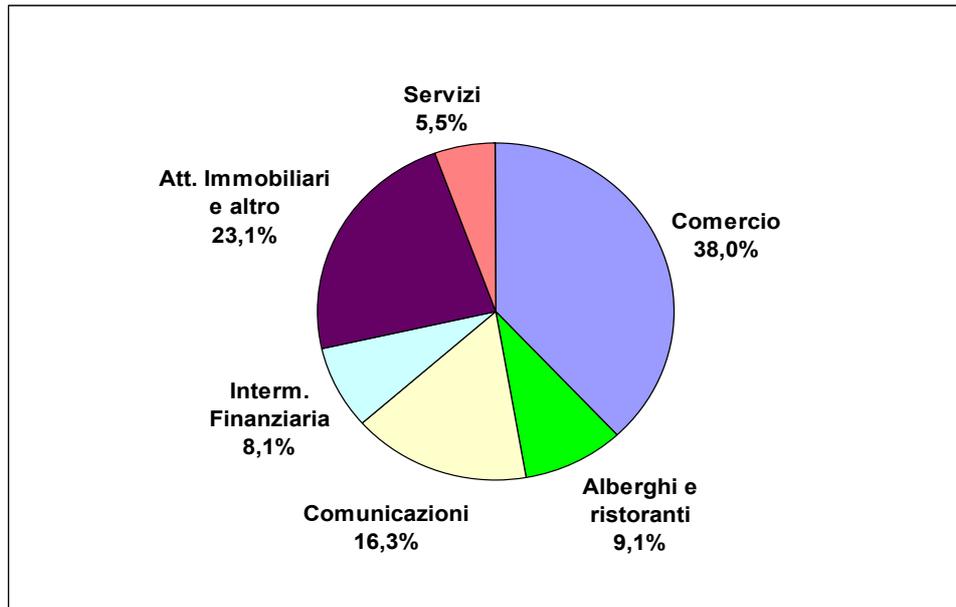


Fig. 1.17 Ripartizione di addetti per settore

Le attività terziarie sono concentrate essenzialmente nel comune capoluogo (58% degli addetti e 52% delle unità locali), come emerge chiaramente dalle TAV.13.

Per quanto riguarda in particolare le attività legate al commercio, la distribuzione territoriale in termini di addetti ed unità locali è rappresentata nella TAV.13.a.

Vale la pena a questo punto, sempre nell'ambito di tale settore, fare un approfondimento per quanto riguarda la grande distribuzione (supermercati, ipermercati, grandi magazzini, ecc.). Questa classe merceologica, infatti, presenta in genere forti elementi di criticità da un punto di vista energetico ed elettrico in particolare, ma permette altresì larghe ed interessanti possibilità di intervento in termini di efficientizzazione, come sarà esposto più approfonditamente nella fase di piano d'azione.

Dalla TAV.14 emerge chiaramente come la maggior concentrazione di nuclei di grande distribuzione⁴ (sia in termini di superficie che di addetti) riguardi oltre al comune capoluogo e Imola alcuni comuni della prima cintura urbana, come Casalecchio, Castenaso, San Giorgio di Piano.

Per verificare come si è modificato il tessuto delle attività terziarie si rende necessario fare un confronto con i dati del precedente censimento (1991). La comparazione fra i due censimenti non è tuttavia del tutto rigorosa ed è necessario pertanto usare parecchia cautela, in quanto le tecniche di rilevazione utilizzate sono molto diverse.

Ciò che emerge è sostanzialmente un settore non in crescita: le unità locali crescono di poco più del 2,5% mentre gli addetti calano del 3%. Tutti i settori conoscono una dinamica negativa fatta eccezione per il settore delle attività immobiliari che appare in forte espansione. I dati del censimento del 1991 sembrano inoltre riconfermare in parte il quadro al 1996 in termini di peso delle singole attività, con il commercio dominante, evidenziando però anche un rafforzamento, delle attività immobiliari.

⁴ I dati relativi agli ipermercati sono stati suddivisi nelle due categorie (grandi magazzini e supermercati alimentari) a seconda della merce venduta nei singoli reparti.

1.3.3 I consumi e gli usi finali termici

I vettori energetici considerati nel contesto bolognese per il soddisfacimento degli usi finali termici (essenzialmente riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria e cottura cibi) sono il gas naturale, il gasolio e il GPL, il fluido termovettore.

Le informazioni di partenza disponibili sono come vedremo molto differenziate secondo il tipo di vettore considerato e non hanno comunque permesso in generale una ripartizione dei consumi fra i diversi usi finali.

Chiaramente le richieste di energia termica per riscaldamento dipendono, oltre che dal numero o dalle caratteristiche delle abitazioni, anche dalla temperatura delle diverse stagioni invernali.

Nel grafico successivo si riportano le evoluzioni dei gradi giorno per le diverse stagioni invernali che corrispondono al nostro periodo in esame, dal primo all'ultimo giorno delle stesse.

I dati riguardano le rilevazioni di un'unica stazione posta nel Comune di Bologna e non su tutta la Provincia, ma possono fornire comunque indicazioni significative. Ciò che interessa, infatti, è comunque, non tanto il valore effettivo dei gradi giorno nei singoli anni, quanto piuttosto poter disporre di un quadro del loro andamento complessivo nel periodo considerato. Inoltre è importante tener conto del fatto che il capoluogo detiene, come vedremo, il peso più rilevante in termini di consumi termici all'interno della provincia.

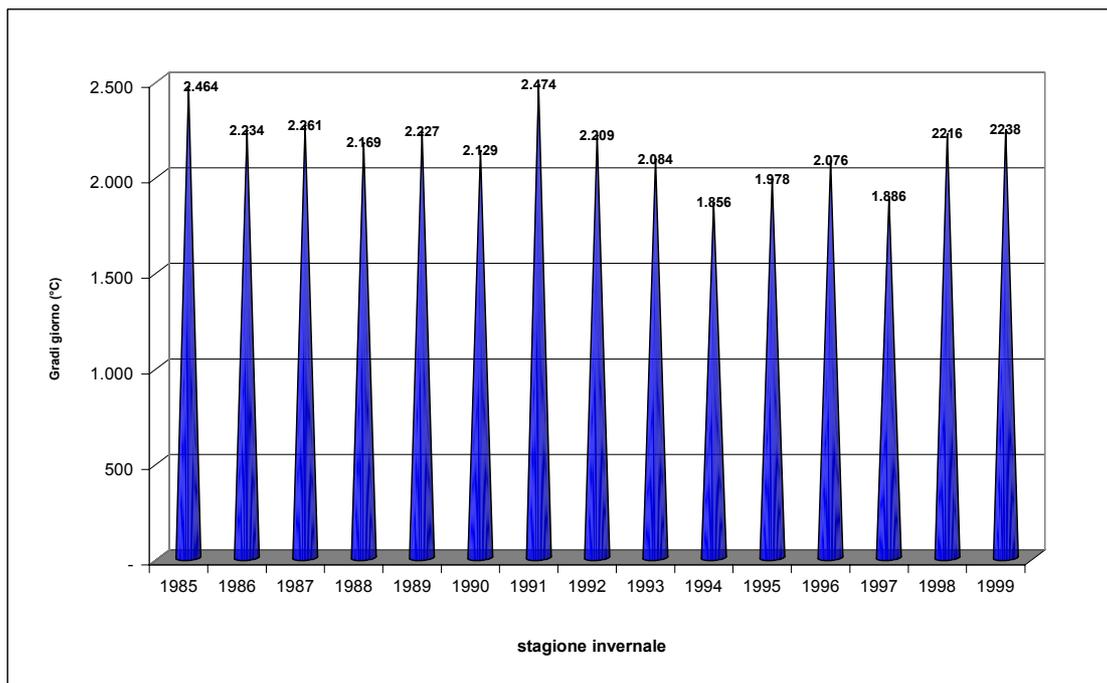


Fig. 1.18 Gradi-Giorno

Si noti una tendenza alla diminuzione dei gradi giorno complessivi durante questi 15 anni.

In effetti, se si interpolano i gradi giorno totali con una retta, si ottiene una diminuzione del 12% circa tra il valore della stagione '85 e quello della stagione '99.

Si è proceduto quindi ad una destagionalizzazione in modo da rendere i dati di consumo indipendenti da fattori esogeni alle attività umane e permettere, quindi, un confronto più significativo tra i dati di anni diversi.

Anche se tale approccio può presentare alcuni limiti, rischiando di accentuare in alcuni casi eccessivamente i reali andamenti, risulta comunque sicuramente più attendibile rispetto ad una trattazione in assenza di destagionalizzazione.

Nel 1999 i consumi provinciali per usi termici sono stati pari a quasi 800 ktep, corrispondenti ad un aumento percentuale del 21% rispetto al 1985 e del 7,7% rispetto al 1990.

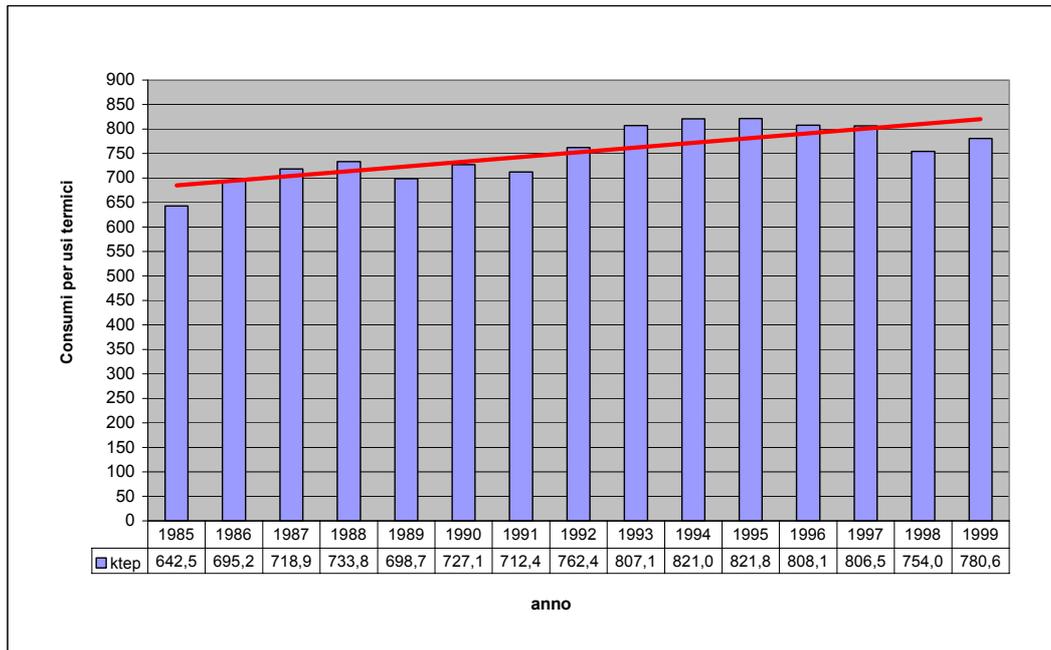


Fig. 1.19 Consumi energetici per usi termici

Nel complesso i consumi conoscono una dinamica positiva legata sostanzialmente al gas metano che è il vettore dominante, fino a tutta la prima metà degli anni '90 per poi tendere a stabilizzarsi sostanzialmente negli ultimi anni se non a decrescere lievemente. Tale andamento sembrerebbe in parziale contrasto con l'aumento del numero di nuove abitazioni e del numero di famiglie fatto registrare nel medesimo periodo.

Il fenomeno potrebbe trovare una possibile spiegazione in un aumento dell'efficienza media sia del parco edilizio di nuova costruzione che del parco caldaie.

E' però possibile che le fluttuazioni registrate negli ultimi due-tre anni siano in parte da attribuirsi alla procedura della destagionalizzazione, che come già anticipato ha comunque dei limiti, e non debbano quindi essere considerate come segnali di reali controtendenze in atto.

Se infatti noi interpoliamo con una retta i dati di consumo, si ottiene nel 1999 un aumento di circa il 5% rispetto al 1995 che è l'anno in cui si è registrato il valore più elevato (vedi grafico precedente).

I consumi di gas naturale

Per quanto riguarda il gas naturale, sono stati utilizzati i dati di consumo forniti da SNAM che riguardano la provincia nel suo complesso e risultano disaggregati in reti cittadine e grande terziario (consumi superiori ai 300.000 mc).

Grazie alle informazioni provenienti dalle diverse aziende distributrici presenti sul territorio provinciale è stato inoltre possibile disporre dei consumi delle reti cittadine per il 90% dei comuni per un corrispondente 87% circa dei consumi complessivi, distinti secondo la classificazione contrattuale: T1 (ACS e cucina), T2 (riscaldamento autonomo), T3 (riscaldamento centralizzato) e T4 (attività artigianali e terziarie con consumi compresi fra i 200.000 e 300.000 mc/anno).

Da tener presente, per quanto riguarda la categoria T3, che in molti casi la volumetria riscaldata è adibita ad uso diverso dal residenziale, come il piccolo terziario senza una propria contrattualistica. La mancanza di informazioni e di una base dati esaustiva, non ci ha permesso di stimare e scorporare la quota di gas allocabile a quest'ultima.

Il processo di metanizzazione in provincia è stato particolarmente consistente sino ai primi anni '90 e con buona approssimazione si può supporre che negli ultimi 5-6 anni abbia raggiunto un elevato grado di saturazione. Interessante sottolineare a questo proposito, che i trend di crescita dei consumi di gas naturale in provincia differiscono da quelli nel comune capoluogo, in cui la metanizzazione è iniziata generalmente prima.

Nel 1999 i consumi complessivi sono stati pari a 689 Mmc, facendo registrare un aumento del 60% rispetto al 1985 e del 15% circa rispetto al 1990; alle grandi utenze terziarie compete, una quota parte del 3% circa, in lieve aumento rispetto al 1985, quando rappresentavano poco più del 1% del totale.

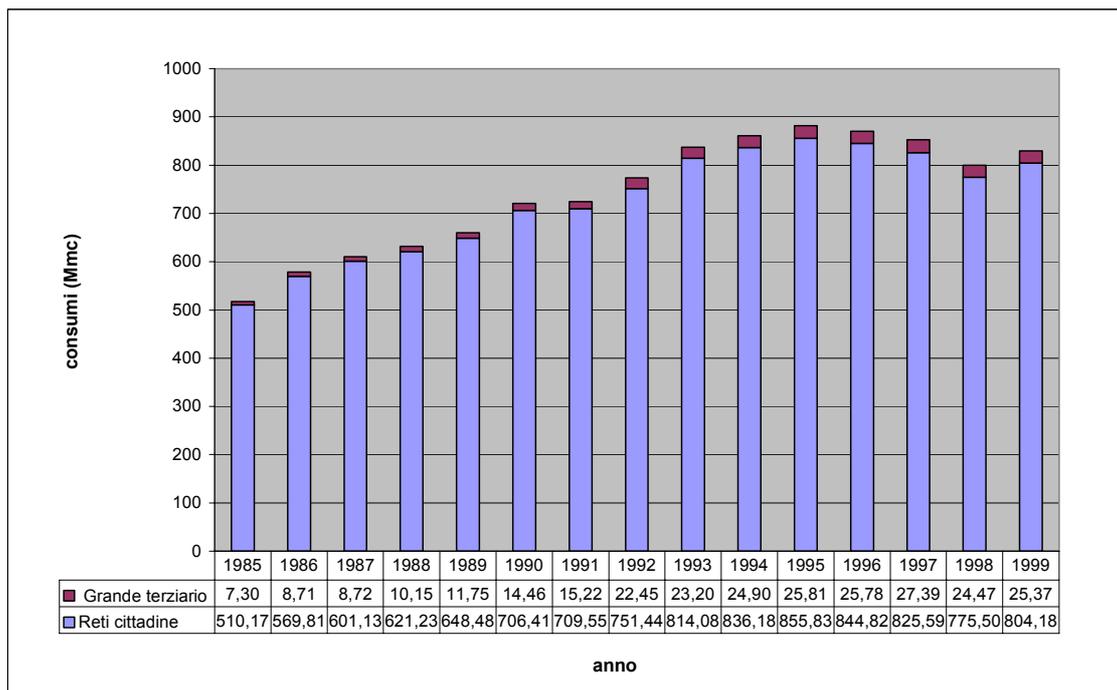


Fig. 1.20 Ripartizione settoriale dei consumi di gas naturale

Per quanto riguarda le reti cittadine, si è potuto stimare che circa il 47% dei consumi (pari a circa 380 Mmc) nel 1999 sono attribuibili alle contrattualistiche T2.

Inoltre il confronto tra il numero di contratti T1 e T2 può essere assunto come una prima approssimazione del confronto fra il numero di abitazioni con riscaldamento autonomo (contratto T2) ed il numero di abitazioni con riscaldamento centralizzato (contratto T3).

Complessivamente si può stimare che queste ultime rappresentino poco più del 31% del totale provinciale.

E' evidente come nei comuni fortemente urbanizzati (prima cintura e Imola) la tendenza al riscaldamento centralizzato tenda a prevalere, mentre i comuni più esterni siano caratterizzati da una preponderante presenza di impianti autonomi (TAV.15).

Nella TAV.16 viene mostrata la ripartizione a livello comunale dei consumi totali di gas metano per usi civili e la corrispondente intensità energetica valutata rispetto alla superficie urbanizzata comunale. Come si può notare le aree più energivore comprendono il capoluogo (che assorbe da solo più del 40% dei consumi complessivi – vedi TAV.18) e le zone comprese nella prima cintura urbana, oltre ad alcuni comuni dell'imolese.

Per quanto riguarda la ripartizione per tipologia contrattuale, nella maggior parte della provincia si nota la netta prevalenza del riscaldamento autonomo (contrattualistica T2), fatta eccezione per la zona centrale Area Metropolitana Bolognese dove invece la quota maggiore dei consumi è attribuibile ai contratti T3 (TAV.19).

Infine, per quanto riguarda le piccole attività terziarie e artigianali con una propria forma contrattuale, esse risultano avere un peso considerevole sui consumi totali soprattutto nella zona dell'imolese.

Il dettaglio delle informazioni a nostra disposizione riguardanti i contratti T2 ci consente di fare alcune considerazioni sulla loro distribuzione sia in base al consumo che in base al tipo di abitazione che servono.

Il grafico successivo mostra la distribuzione dei consumi medi delle utenze T2 fra i comuni della provincia (TAV.20).

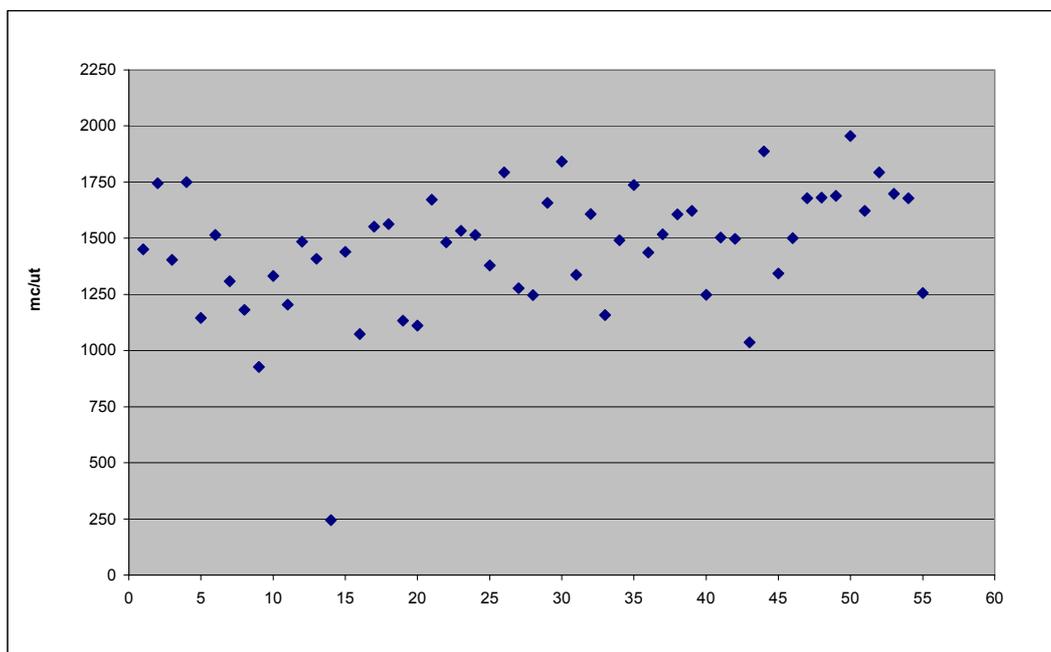


Fig. 1.21 Consumi specifici medi per utenze T2 per comune

Come si può notare, per la maggior parte dei comuni il valore di consumo medio per utenza è superiore ai 1000 mc. Diversi sono i fattori che possono influenzare tale parametro: dalle condizioni climatiche locali, alle caratteristiche termofisiche degli edifici e delle abitazioni servite. Bologna presenta un valore inferiore ai 1.000 mc/ut ad indicazione del fatto che molto probabilmente la maggior parte delle utenze sono situate in edifici con più di una abitazione.

E' stato inoltre possibile ricavare informazioni generali inerenti le modalità di impiego di gas metano. Nel grafico seguente viene riportata la distribuzione dei consumi medi per utenza T1 tra i differenti comuni (TAV.21).

Il prevalere di consumi relativamente bassi in corrispondenza di tale tipologia contrattuale indica probabilmente che esiste in quel comune una prevalenza dell'utilizzo per uso cucina, più che per uso per ACS (per il quale si può ipotizzare un consumo medio di metano non inferiore ai 150 mc/anno). Dal momento che i contratti T1 sono generalmente associabili agli edifici con contratti T3 per il riscaldamento, questa conclusione indica che per la produzione di ACS si ricorre in tali

comuni agli impianti centralizzati promiscui (sempre di tipo T3) oppure ad altri vettori energetici, tipicamente l'energia elettrica.

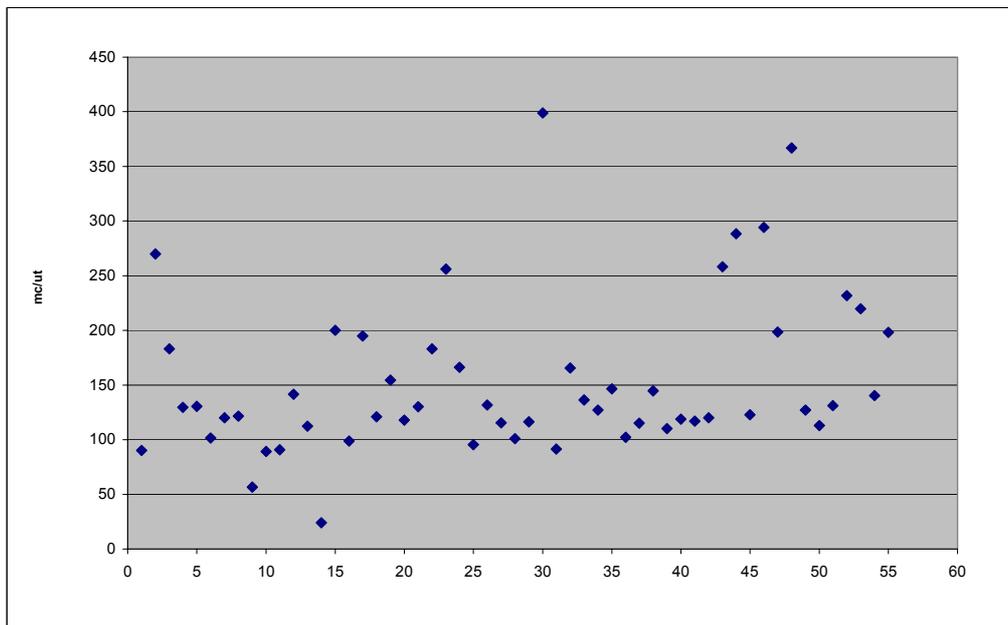


Fig. 1.22 Consumi specifici medi per utenze T1 per comune

Il consumo di altre fonti energetiche

Il dato disponibile per quanto riguarda il gasolio da riscaldamento si riferisce alle vendite di tale prodotto su scala provinciale fornito dal MICA. Questo valore si riferisce agli usi sia residenziali che terziari. E' chiaro che tra i valori di vendita e consumo possono esistere discrepanze dovute sia a particolari situazioni di mercato, sia a sfasamenti temporali compensati dalle scorte. Ciò può dare origine a delle fluttuazioni temporali dei valori di vendita che non sono necessariamente legate esclusivamente a fluttuazioni nei consumi.

Per quanto riguarda il gasolio, oltre alla destagionalizzazione, si è considerata quindi, una regressione dei valori di vendita in modo da eliminare eventuali fluttuazioni dovute alle scorte, supponendo che i valori così ottenuti mettano meglio in evidenza l'andamento medio dei consumi di tale vettore a livello provinciale.

I consumi di gasolio ammontano nel 1999 a 23214 ton contro le 192.300 del 1985, facendo registrare una riduzione complessiva dell'88% circa, principalmente a favore del gas metano.

Nel grafico successivo si riporta, a questo proposito, la distribuzione percentuale tra gas metano e gasolio. Come si vede esiste ancora una piccola quota (circa il 3%) che può essere ancora sostituita da metano o altri vettori meno impattanti.

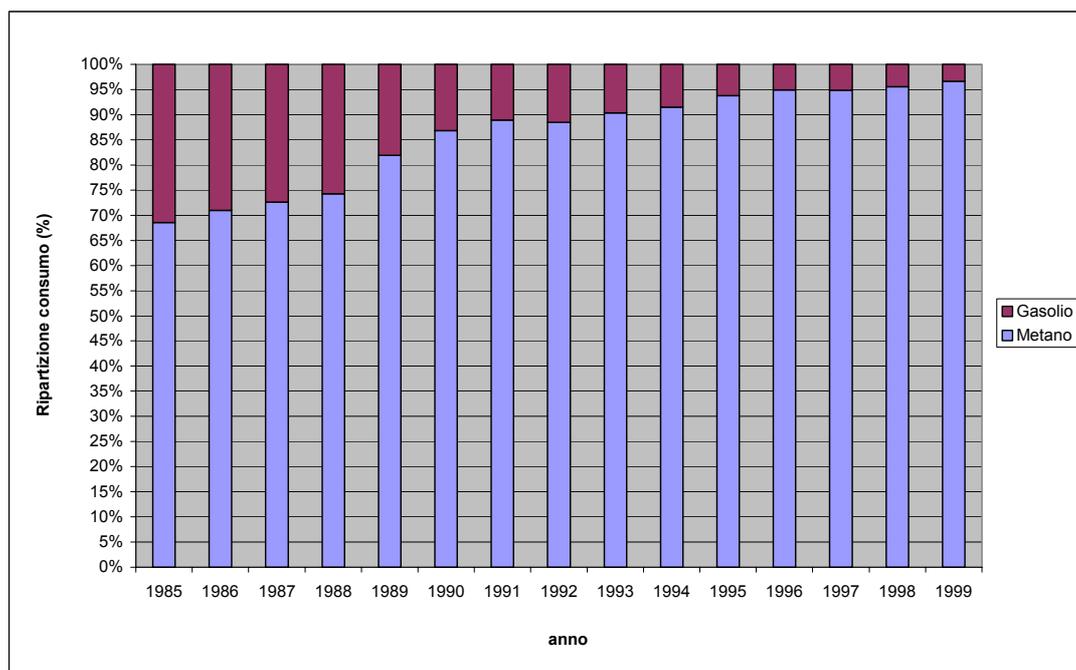


Fig. 1.23 Distribuzione percentuale tra gas naturale e gasolio

Più dell'80% di tali consumi, da un confronto con i dati di bilancio cittadino al 1997, risultano concentrati nel solo Comune di Bologna.

Per quanto riguarda il gasolio da riscaldamento, non è stato possibile valutare una ripartizione dei consumi a livello sub-provinciale per la mancanza di informazioni ed indagini dettagliate.

Oltre al gasolio e al gas naturale, una quota sempre più significativa del fabbisogno termico della provincia viene soddisfatto dal teleriscaldamento, mediante la distribuzione del fluido termovettore. Le quantità di tale vettore sono state desunte dalle informazioni riguardanti la produzione dei singoli impianti, concentrati principalmente nella zona di Bologna ed Imola.

Nel 1999 risulta una produzione di fluido termovettore in Provincia pari a 30,1 ktep, contro i soli 1,6 ktep del 1988 (negli anni antecedenti non erano ancora in funzione impianti di teleriscaldamento).

L'analisi dei consumi di GPL nel residenziale deriva anch'essa, come nel caso del gasolio, dalla regressione dei valori di vendita del vettore su circuito extra-rete, forniti dal MICA. I dati di maggior impiego di GPL (essenzialmente per uso cucina e in parte riscaldamento) sono il residenziale ed il terziario; in mancanza di dettagli maggiori di quelli disponibili, sull'impiego di tale vettore, si può assumere in prima approssimazione la ripartizione assunta dal bilancio nazionale, che attribuisce ai due settori quote simili di impiego.

Complessivamente i consumi di GPL nell'arco di tempo considerato seguono una dinamica alterna: sino ai primi anni '90 la dinamica dei consumi risulta nettamente positiva, segue poi un periodo di regressione che riallinea i consumi a quelli del 1985. Negli ultimi tre anni si assiste infine ad una marcata risalita, con i valori di consumo più elevati di tutto il periodo in esame.

Per poter interpretare correttamente le dinamiche di tale vettore si renderebbe necessario poter disporre di dati più dettagliati di quanto ad oggi in nostro possesso.

Anche per quanto riguarda questo vettore, non è stato possibile effettuare una ripartizione delle quote di consumo a livello comunale.

Il consumo per ACS e per cucina

Come più volte sottolineato, il dettaglio dei dati di consumo in gioco non ci ha permesso, per il momento, di definire una ripartizione dettagliata di ognuno dei vettori energetici in gioco nei diversi usi finali.

E' stato però possibile, basandoci su considerazioni in parte sviluppate a suo tempo per il Piano Energetico di Bologna, in parte derivanti da letteratura o indagini specifiche svolte in realtà simili a quella bolognese, elaborare un quadro generale di tale ripartizione sui consumi complessivi.

Nel 1999 si è stimato in circa 28.430 tep il consumo provinciale per produzione di acqua calda sanitaria, partendo, con buona approssimazione, da un consumo medio giornaliero per abitante di 30 litri di acqua a 50°C (con un delta di temperatura di 35°C). Di questi, 2.743 circa sono attribuibili all'uso del boiler elettrico. La restante parte compete al gas metano (per la quota maggiore) e al gasolio.

Per quanto riguarda l'uso cucina, assumendo, con buona attendibilità, un consumo medio per utenza pari a 0.041 tep (corrispondente a circa 50 mc di metano/ut) si ottiene un consumo complessivo al 1999 pari a 16.424 tep, da ripartirsi fra gas metano (anche in questo caso per la quota prevalente) e al GPL.

I valori di cui sopra, andranno sottratti dal totale, ottenendo in questo modo la quota complessiva allocabile al solo riscaldamento ambienti.

Nella tabella seguente si riporta lo schema generale di tale ripartizione.

1.3.4 I consumi e gli usi finali elettrici.

Il settore residenziale

Il consumo di energia elettrica nel settore residenziale si è attestato, nel 1999, ad un valore pari a 1061,2 GWh, con un aumento del 45%% rispetto al 1985 e del 22% rispetto al 1990.

Il consumo pro-capite è arrivato nel 1999 ad un valore di 1,16 MWh/ab, contro un valore di 0,89 MWh/ab del 1985 e di 0,96 MWh/ab nel 1990.

Meno rilevante l'aumento del consumo elettrico per famiglia (utenza) che nel 1999 risulta pari a 2,65 contro un 2,33 del 1990.

Tale andamento è, almeno in parte, conseguenza delle modifiche della struttura demografica in atto in Provincia. Infatti, in una situazione che vede una sostanziale stabilità della popolazione, si assiste ad un contemporaneo aumento del numero di famiglie ed ad una conseguente riduzione della dimensione media delle stesse.

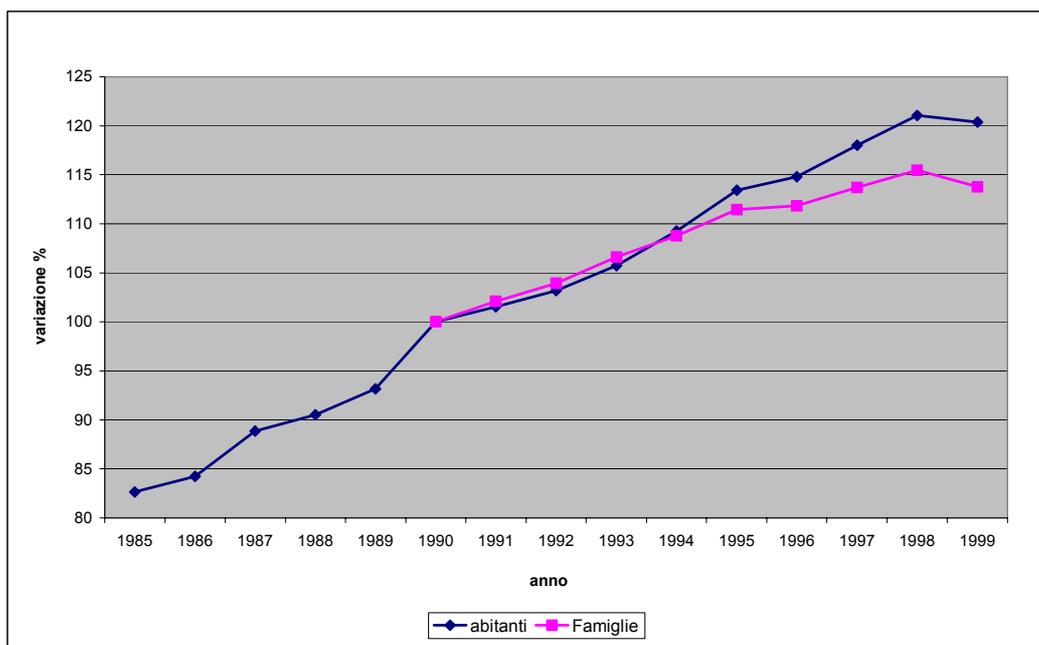


Fig. 1.24 Variazione % dei consumi specifici (1990=100)

Dal punto di vista energetico questo comportamento si evidenzia con un incremento dei consumi per persona maggiore dell'incremento dei consumi per famiglia. Questo si spiega per il fatto che, all'interno di ogni singola abitazione, esistono servizi che vengono usufruiti da tutti i componenti della famiglia, indipendentemente dal loro numero (la refrigerazione o la stessa illuminazione ad esempio): tali servizi sono generalmente presenti anche se il numero dei componenti si riduce ad uno. Inoltre, benché il vivere da soli sia un fenomeno che interessa soprattutto le età anziane, esso investe in maniera sempre più significativa anche i giovani, le cui esigenze "energetiche" sono, in generale maggiori.

Del totale dei consumi elettrici nel residenziale, agli usi propriamente domestici compete circa il 90%; la restante quota è da attribuirsi ai servizi generali alla residenza. Nel 1999 questi ultimi hanno fatto registrare un consumo pari a 117 GWh circa.

Sulla base dei dati forniti da ENEL e AMI, è stato possibile valutare la distribuzione dei consumi elettrici nel settore residenziale a livello sub provinciale (TAV.22e 23).

Come evidenziato, i comuni con i consumi più elevati risultano quelli della prima cintura urbana e dell'imolese, in cui si concentra la maggior parte della popolazione provinciale e della superficie urbanizzata. Bologna e Imola assorbono più del 50% dei consumi complessivi (44,6% e 6% rispettivamente – vedi TAV.24).

Nelle TAV.25-26 sono riportati i consumi elettrici specifici per utenza e per famiglia rispettivamente. Per quanto riguarda i primi si nota una netta ripartizione della provincia in due aree: quella appenninica con i valori più bassi e quella dell'area metropolitana e di pianura della parte settentrionale del territorio.

Il confronto fra le due tavole può fornire inoltre indicazioni interessanti sul peso delle utenze non residenti sul totale. Ciò che emerge è come per alcuni comuni, il numero complessivo di utenze elettriche risulti di molto maggiore del numero di famiglie residenti portando il valore di MWh/fam, a valori di gran lunga più elevati dei MWh/utenza. Tale fenomeno si rileva soprattutto in molti dei

comuni dell'area appenninica a testimonianza, probabilmente, della forte connotazione turistica di tali zone.

Il Terziario

Nel 1999 i consumi elettrici complessivi del settore terziario sono stati pari a 1215 GWh contro i 559 del 1985 ed i 832 GWh del 1990. L'aumento complessivo è stato decisamente rilevante pari a più del doppio. Tale incremento è da mettere in relazione in gran parte alla forte spinta verso l'informatizzazione di molti servizi oppure all'implementazione di impianti di condizionamento.

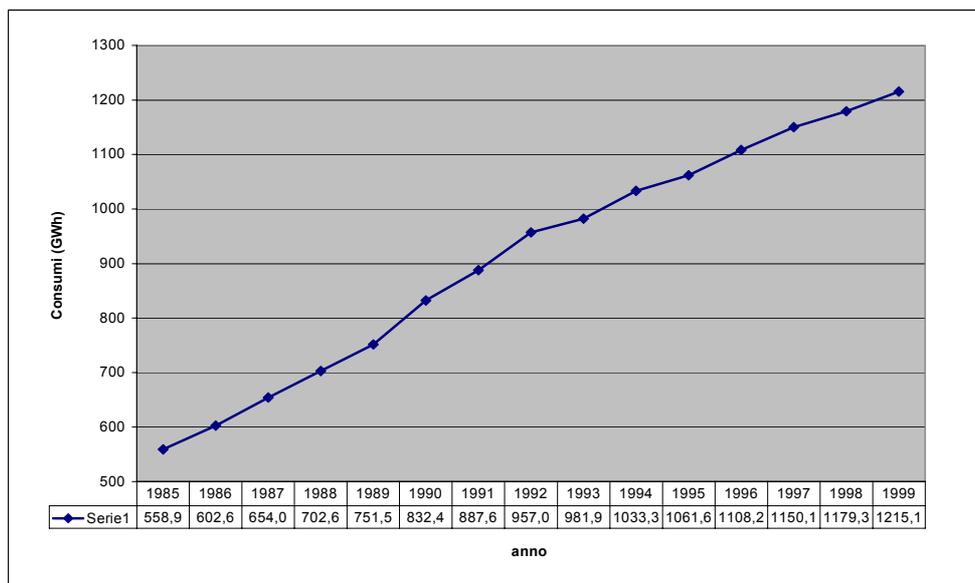


Fig. 1.25 Consumi elettrici totali

Fatta eccezione per il settore dell'amministrazione Pubblica, tutti gli altri settori sono cresciuti di oltre il 50% nel periodo in esame, in particolare il settore delle comunicazioni è più che triplicato in termini di consumi, con un incremento che si è concentrato essenzialmente tra il 1994 ed il 1999.

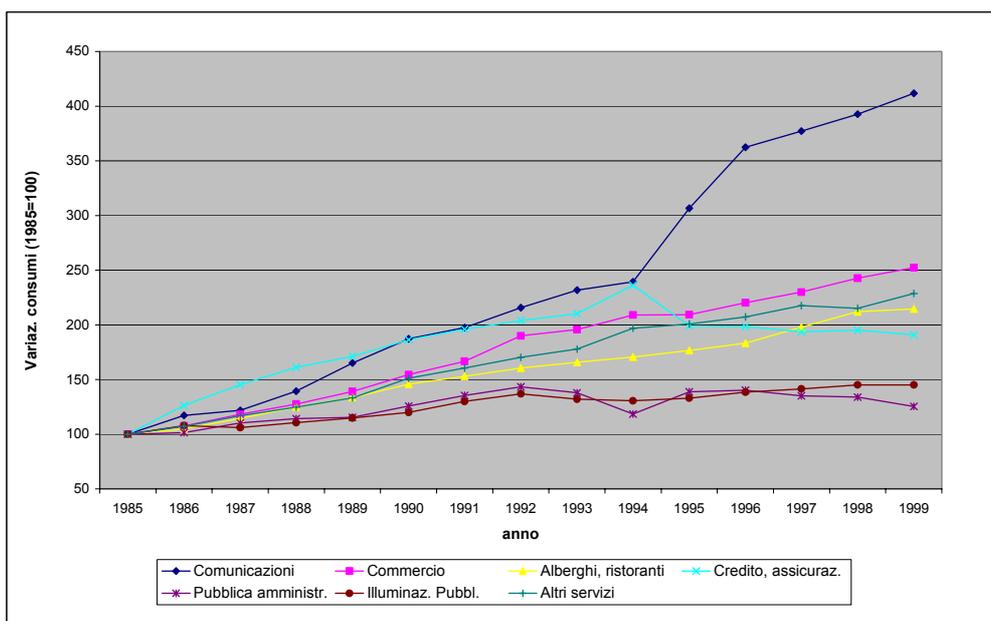


Fig. 1.26 Variazione % del consumo dei singoli settori

Tra i settori più energivori risultano come evidenziato nel grafico seguente, quello commerciale, quello dei servizi e quello degli alberghi e ristoranti. Tale ripartizione delle quote parte non ha conosciuto sostanziali mutamenti dal 1985, registrando comunque un rafforzamento dei tre settori sopracitati e del settore delle comunicazioni.

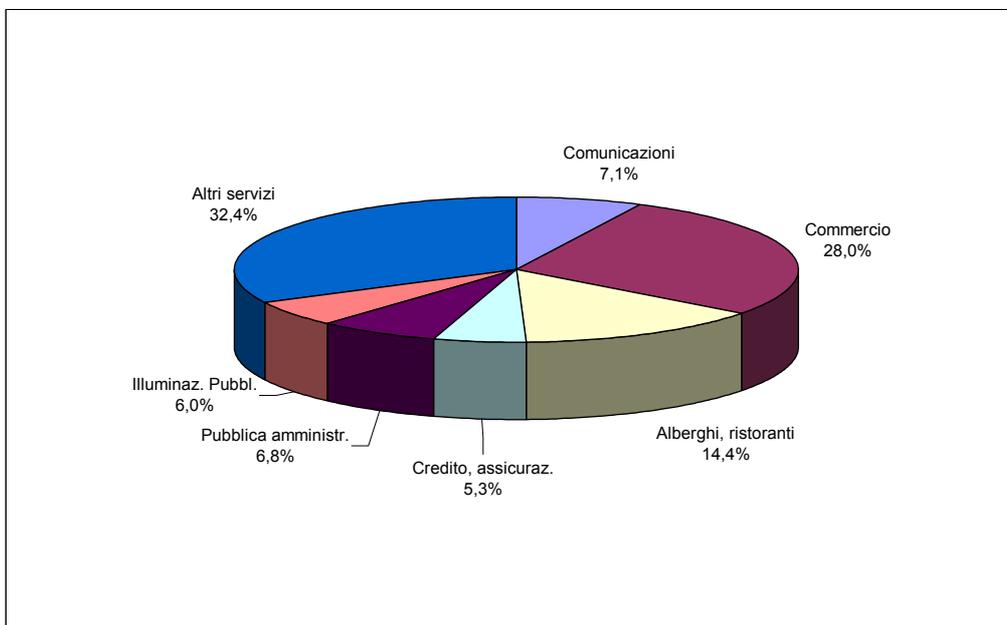


Fig. 1.27 Ripartizione dei consumi per settore di attività (anno 1999)

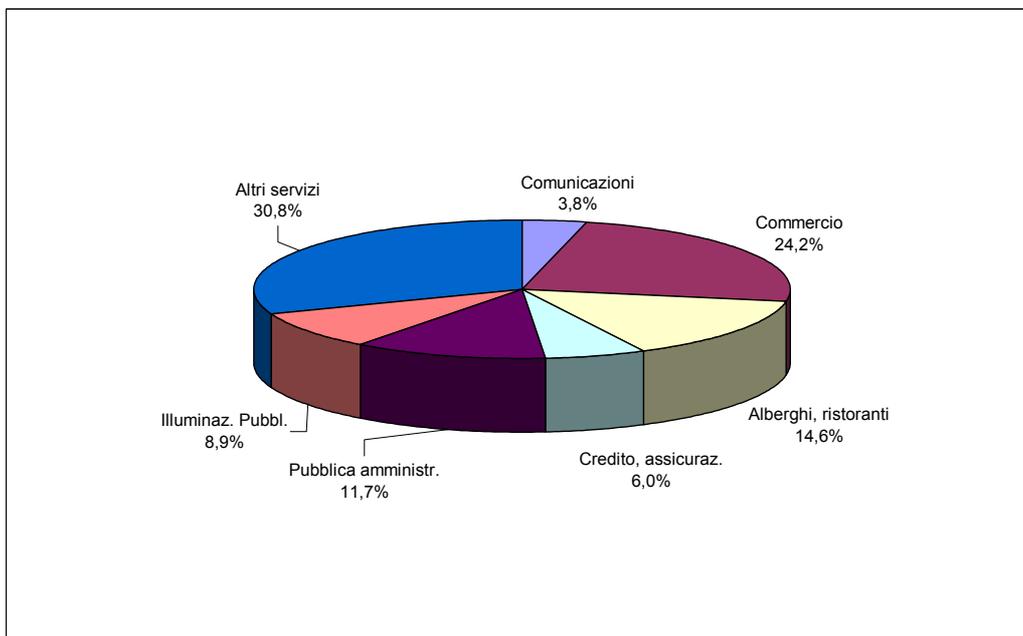


Fig. 1.28 Ripartizione dei consumi per settore di attività (anno 1985)

Nella TAV.27 vengono rappresentati i consumi elettrici a livello comunale.

Come si può notare, i maggiori consumi sono concentrati nei comuni dell'area metropolitana intorno a Bologna e ad Imola.

I consumi elettrici nel capoluogo rappresentano ben il 55% del totale provinciale per tale settore, come risulta chiaramente dalla TAV. 29.

1.3.5 Analisi territoriale dei consumi – Riepilogo dei risultati

A titolo riepilogativo, nelle TAV.30-31 si riporta, in valore assoluto e quota percentuale, la ripartizione a livello comunale, dei consumi energetici totali per usi civili.

Come si può notare, netta è la distinzione fra la zona centro-settentrionale della provincia e la zona appenninica, scarsamente energivora. I consumi più elevati si registrano, in particolare nella prima cintura urbana e nel capoluogo, che detiene da solo ben il 46% del totale di settore.

Per quanto riguarda la ripartizione di tali consumi fra i principali vettori energetici, si nota una generale prevalenza del gas naturale, fatta eccezione per alcuni dei comuni dell'area montana, dove i consumi di energia elettrica, in particolare del residenziale, risultano consistenti, a testimonianza forse di un uso ancora significativo di tale vettore per riscaldamento (TAV.32).

1.4 Le attività produttive

1.4.1 Dati riassuntivi

I consumi relativi alle attività produttive (industria ed agricoltura) sono stati pari a 560 ktep nel 1999, con una riduzione, rispetto al 1985 del 2,3% ed una lieve ripresa (+1% circa) rispetto al 1990.

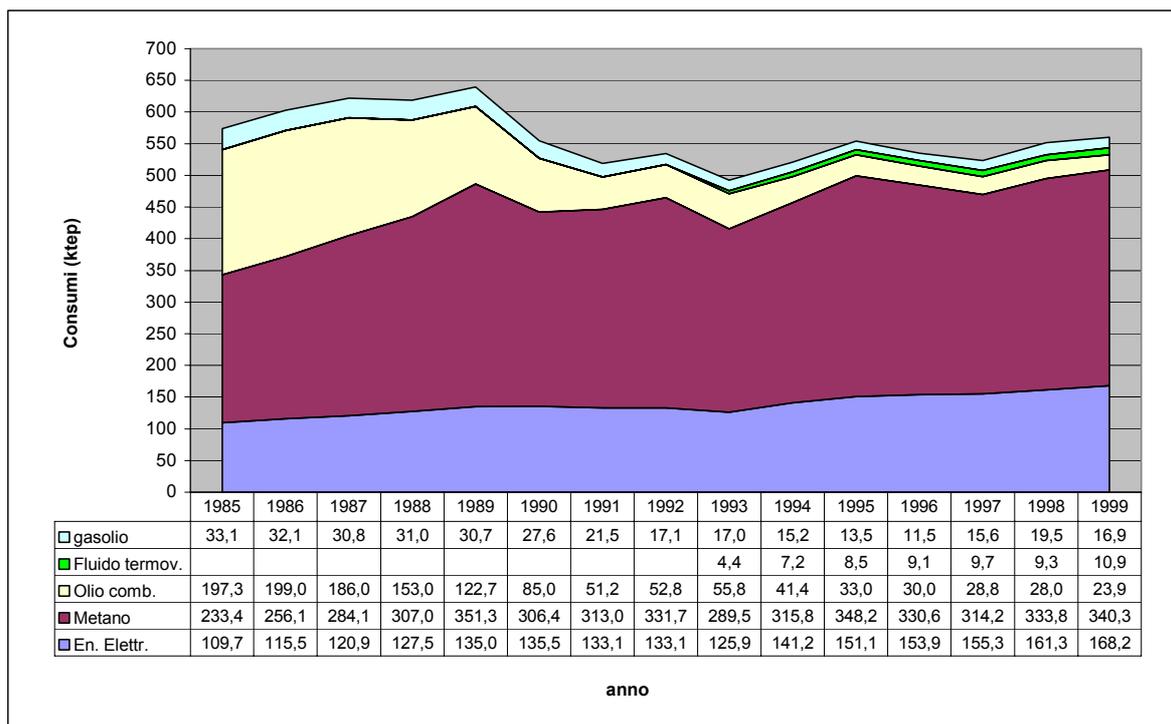


Fig. 1.29 Ripartizione vettoriale dei consumi

Come successo in gran parte del territorio nazionale, il consumo di olio combustibile si è andato riducendo notevolmente nel corso degli anni, a favore essenzialmente dell'uso del gas naturale. Quest'ultimo è il vettore energetico dominante con una quota parte che nel 1999 è risultata del 61% (era il 41% nel 1985 ed il 55,2% nel 1990).

Nel grafico successivo si riportano le quote relative ai singoli vettori considerati. I valori di gasolio riportati si riferiscono al gasolio utilizzato in agricoltura per autotrazione.

Il peso di tale settore sul complessivo delle attività produttive è poco rilevante ed è andato diminuendo nel corso degli anni, rimanendo comunque compreso tra il 6% ed il 3% circa.

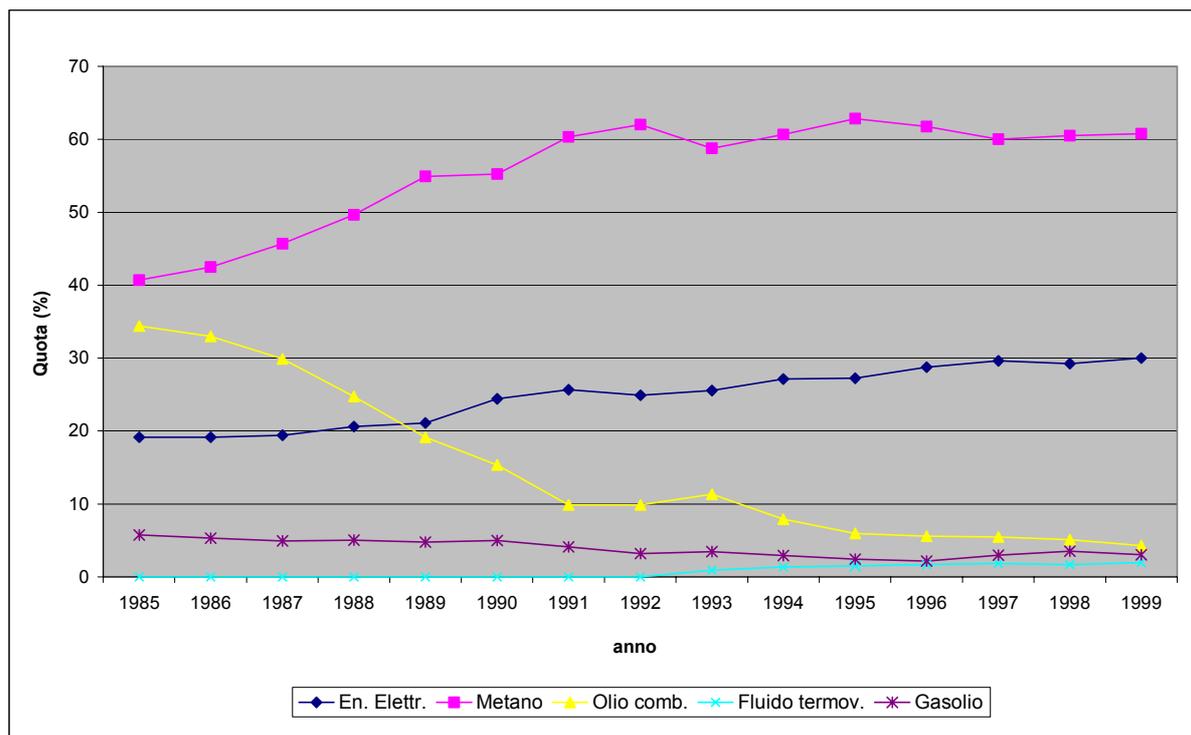


Fig. 1.30 Peso % dei vettori sul consumo complessivo

1.4.2 La domanda di servizi energetici

La distribuzione delle infrastrutture industriali sul territorio provinciale è stata ricavata anch'essa dall'analisi delle statistiche ISTAT 1996 che forniscono una stima delle attività presenti in termini di unità locali e addetti distinte per settori. Per una valutazione delle dinamiche temporali si è operato, con le opportune cautele, un confronto con le statistiche ISTAT 1991.

Per quanto riguarda le attività agricole, la fonte dati è stato il Censimento ISTAT 1990 e i relativi aggiornamenti.

Nella realtà produttiva bolognese operavano, nel 1996, quasi 20.000 unità locali con oltre 146.000 addetti. Quasi un addetto su due in Provincia è quindi occupato nell'industria. Da questo dato emerge quindi con chiarezza l'importanza che da sempre riveste il comparto industriale nella realtà economica bolognese.

A questo risultato contribuisce in misura consistente la zona di pianura, in cui l'occupazione industriale sfiora il 63%. Valori intorno al 58-60% si registrano nei comuni della cintura urbana, in montagna e nell'imolese. Per contro, il comune capoluogo vede una forte prevalenza dell'occupazione terziaria.

In termini di composizione settoriale, il tessuto industriale è definito per la marcata tradizionale concentrazione di imprese metalmeccaniche (fabbricazione di prodotti in metallo, meccanica e meccanica di precisione) che occupano nel complesso più di 74.000 addetti incidendo, all'interno dell'industria manifatturiera dell'area, per il 62%.

	U.L.	Addetti
estrattiva	51	360
Manifatturiera	11631	119482
<i>di cui metalmeccanica</i>	5878	74174
energetiche	52	2811
costruzioni	8235	24286
TOTALE	19969	146939

Tab.1.8 Tipologie di Unità Locali ed addetti

Tuttavia, anche alcune attività sia nell'industria di processo che nelle industrie leggere (alimentare, cartaria, tessile, abbigliamento), sono relativamente ben rappresentate, con in media il 5% degli addetti complessivi.

Per il dettaglio sul settore industriale, si faccia riferimento ai grafici seguenti:

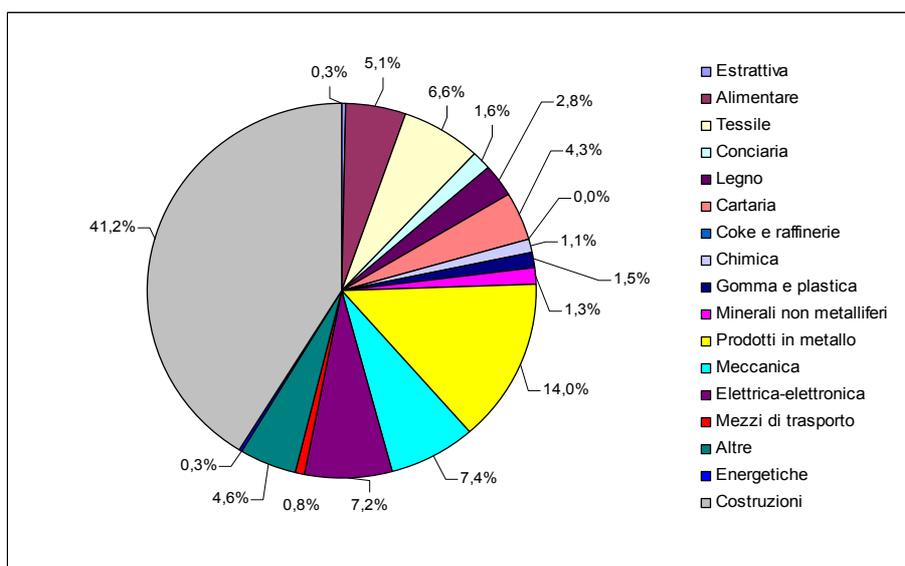
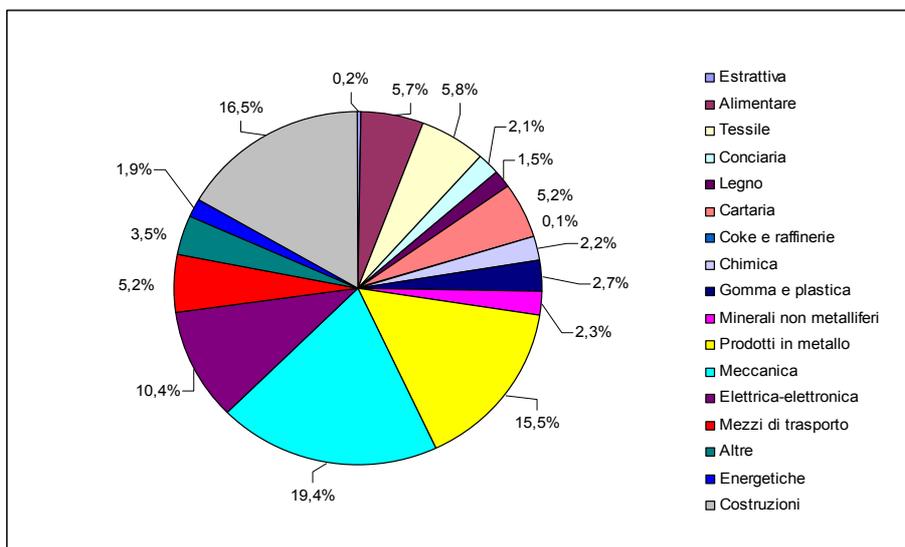


Fig. 1.31 e 1.32 Ripartizione di addetti e unità locali per settore di attività

La distribuzione dimensionale evidenzia la larga preponderanza di imprese di piccole dimensioni. La distribuzione sul territorio provinciale di addetti ed unità locali del settore produttivo nel suo complesso e per i principali sottosettori viene rappresentata nelle TAV.33 e 33 A-F. Le attività industriali risultano concentrate essenzialmente nelle zone Area Metropolitana di Bologna e dell'imolese.

Per quanto riguarda le dinamiche del comparto produttivo, nella prima metà degli anni '90, le unità locali sono diminuite del 5,6%, determinando di conseguenza una riduzione dell'occupazione del 7% circa.

Questa tendenza alla riduzione della presenza industriale interessa pressoché tutte le zone della provincia, anche se determinanti sono i cali riscontrati nel comune di Bologna e nei comuni della prima cintura. A questi si deve quasi per intero la contrazione del settore industriale.

Nei grafici seguenti viene riportato l'andamento di addetti e unità locali per i settori dell'industria manifatturiera.

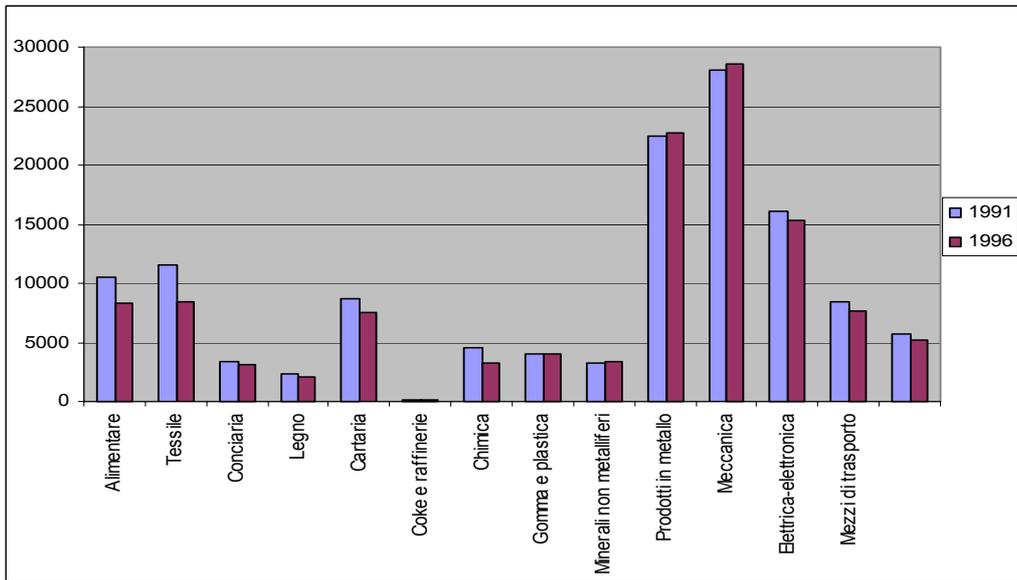


Fig. 1.33 Addetti per settore

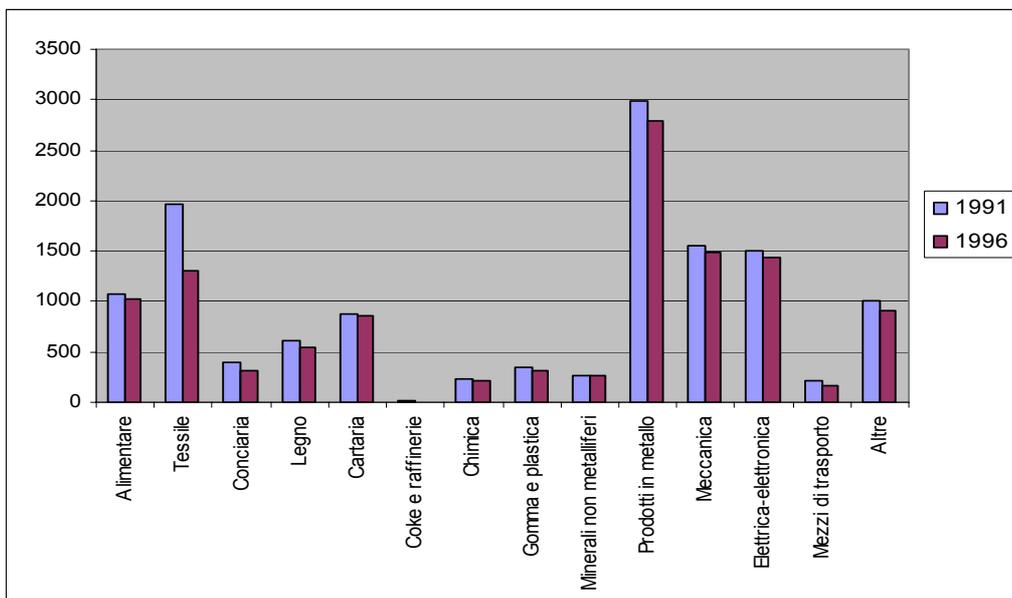


Fig. 1.34 Unità locali per settore

Per quanto riguarda il settore agricolo, i dati del censimento 1990 danno un totale di aziende agricole presenti sul territorio provinciale pari a 23.068 di cui 10.596 con allevamenti. La superficie agricola utilizzata di tali aziende ammontava a circa 202.120 ha (ripartita territorialmente secondo il grafico seguente con riferimento alla TAV.34) pari al 72% della superficie agricola totale.

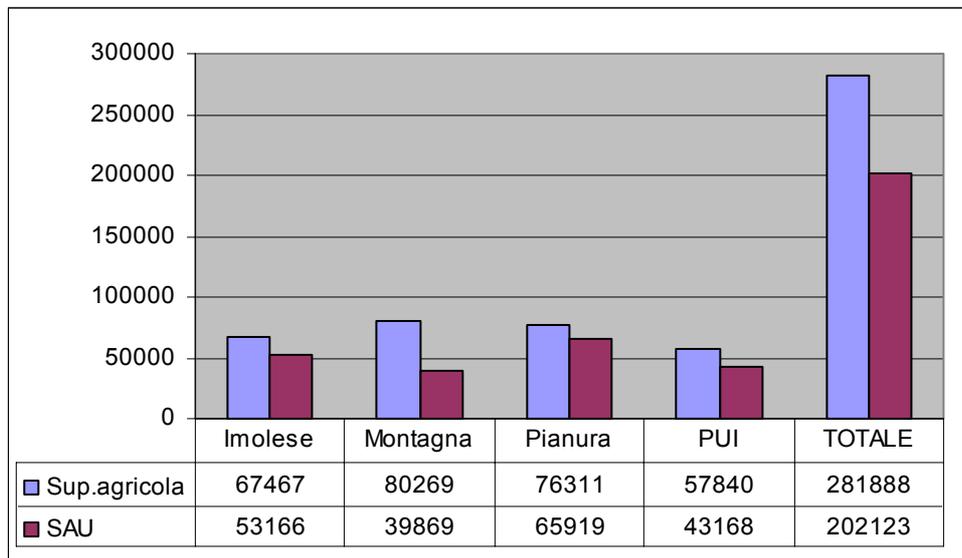


Fig. 1.35 Ripartizione della superficie agricola

Sono i seminativi, ed in particolare il frumento e i cereali, le coltivazioni prevalenti (77% circa della SAU totale) concentrate soprattutto nelle zone di pianura e dell'imolese.

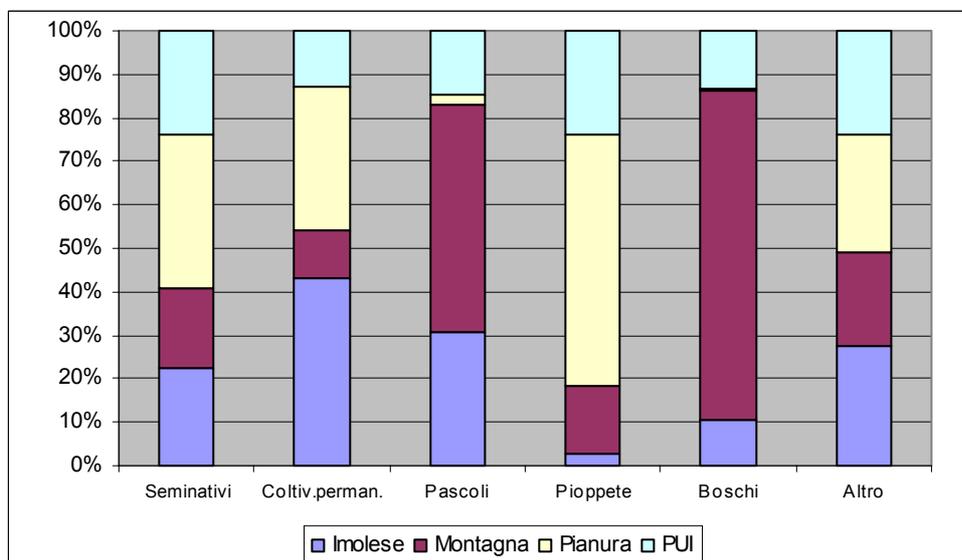


Fig. 1.36 Ripartizione della SAU per tipo di coltivazione

1.4.3 I consumi e gli usi finali termici

I consumi complessivi di gas naturale risultano, nel 1999, pari a 411Mmc, facendo registrare un incremento del 46% rispetto al 1985 e di più del 10% rispetto al 1990.

La quota parte detenuta dal settore agricolo è trascurabile e pari, nel 1999, a circa lo 0,4% e si è mantenuta praticamente invariata nell'arco di tempo considerato.

Ai valori complessivi di consumo dell'industria è stata sottratta una quota che in realtà viene utilizzata negli impianti di autoproduzione in cogenerazione per evitare doppi conteggi nel bilancio. Per quanto riguarda però gli anni antecedenti il 1993 tale operazione non si è resa possibile per l'indisponibilità del dato relativo. Ne può quindi derivare in una sovrastima dei consumi effettivi nel periodo suddetto.

Complessivamente tutti i settori industriali mostrano una crescita significativa rispetto al 1985, anche se con dinamiche differenti, fatta eccezione per l'industria alimentare. Gli aumenti più consistenti rispetto al 1985 riguardano il settore cartario, della gomma e del legno; significativi anche quelli dell'industria metalmeccanica.

Per alcuni settori, l'aumento si concentra essenzialmente nel quinquennio '85-'90, cui segue un periodo in netta controtendenza: è il caso, ad esempio, del settore del legno, dell'industria estrattiva e di quella cartaria.

Il settore più energivoro risulta essere quello dei minerali non metalliferi con una quota parte nel 1999 di ben il 35,4%, seguito dall'alimentare e dal metalmeccanico (16%) e cartario (14%).

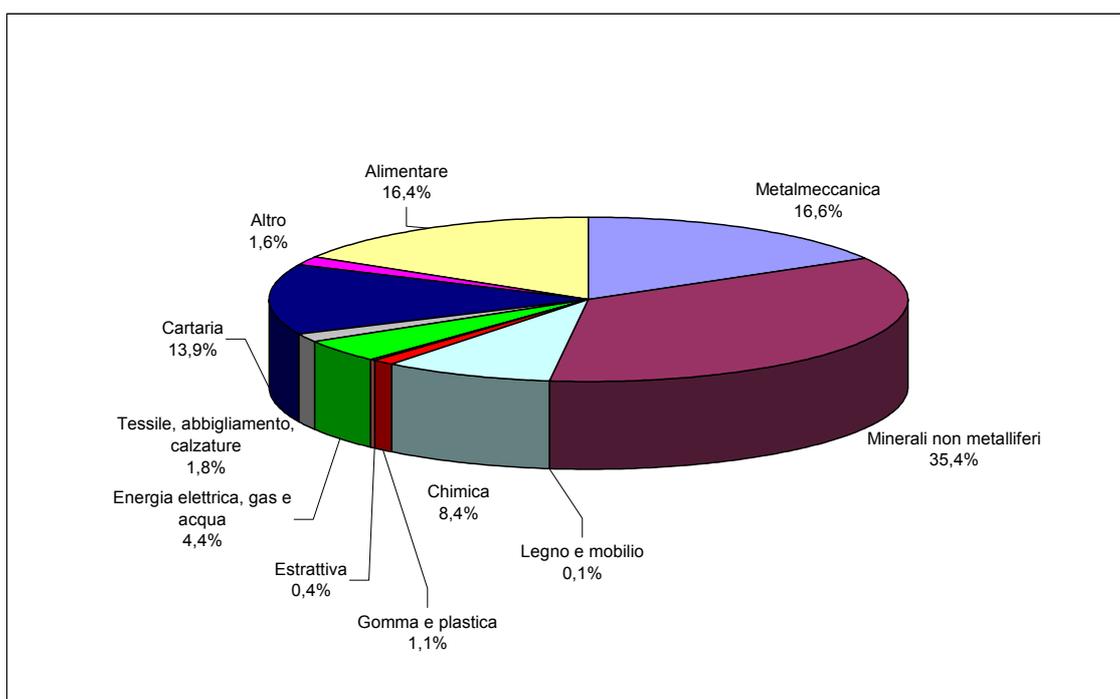


Fig. 1.37 Ripartizione settoriale dei consumi di gas naturale

La ripartizione a livello territoriale dei consumi di gas naturale per usi industriali. viene rappresentata nelle TAV. 35 e 37.

Nel 1999 i consumi di olio combustibile hanno rappresentato meno del 7% dei consumi termici totali del settore, contro un 46% del 1985.

Nel grafico seguente si evidenzia come le quote di gas naturale e olio combustibile sembrano ormai essersi stabilizzate, dopo la forte caduta di quest'ultimo avvenuta fino alla fine degli anni '80. I consumi di gas e olio combustibile sono stati attribuiti agli usi termici nelle attività di processo industriale.

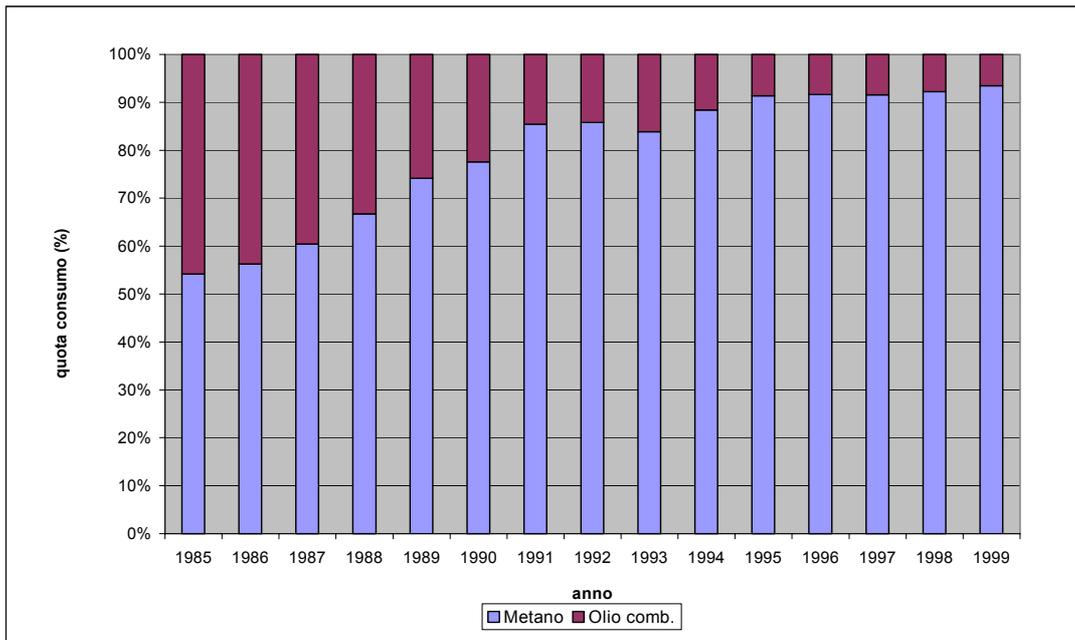


Fig. 1.38 Quote % di consumo di gas naturale e olio combustibile

Per quanto riguarda i consumi di gasolio agricolo, i dati a livello comunale, così come rappresentati in TAV.38, sono stati ottenuti a partire da quelli forniti dal MICA a livello provinciale, proporzionandoli in base alle rispettive superfici agricole utilizzate. I comuni a forte connotazione agricola, situati nella zona settentrionale pianeggiante della Provincia e nella zona dell'imolese, sono chiaramente quelli che mostrano i consumi maggiori.

1.4.4 I consumi e gli usi finali elettrici

I consumi elettrici del settore sono stati pari a 1956 GWh nel 1999, facendo registrare un aumento, rispetto al 1985 di più del 50%. All'industria compete circa il 96% di tali consumi.

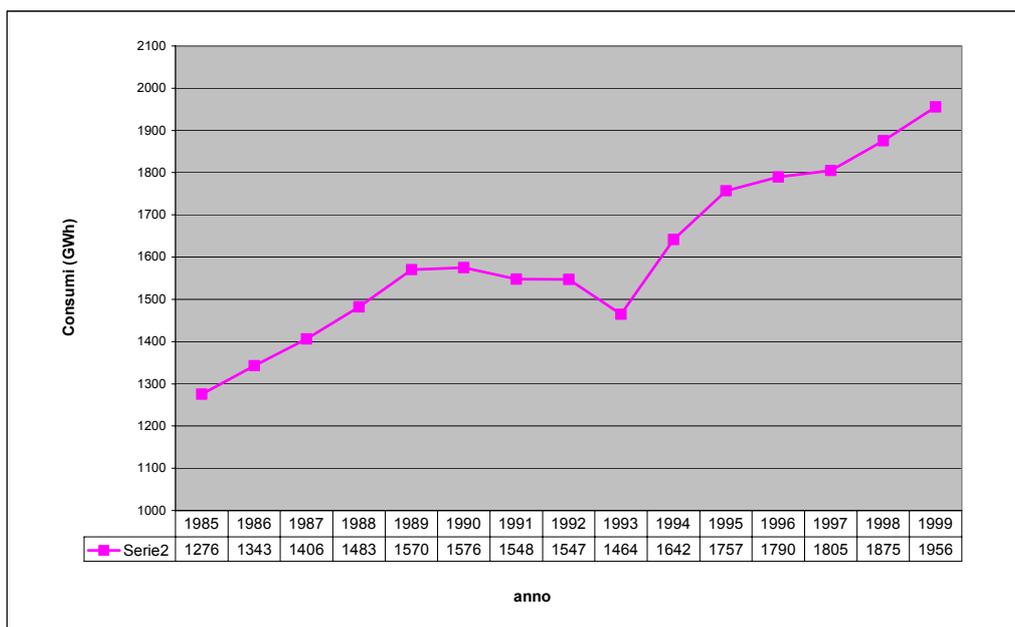


Fig. 1.39 Consumi elettrici totali

I dati forniti da ENEL, ci consentono di definire quali siano i settori industriali più energivori per quanto riguarda i consumi elettrici. E' evidente il ruolo prevalente del settore metalmeccanico che nel 1999 detiene il 37% circa dei consumi complessivi seguito dal settore cartario con il 12,5% e dai settori alimentare e dei minerali non metalliferi. Tale ripartizione delle quote relative si è mantenuta sostanzialmente invariata nel corso del periodo in esame, con un ulteriore rafforzamento dell'industria metalmeccanica a scapito principalmente dell'industria alimentare.

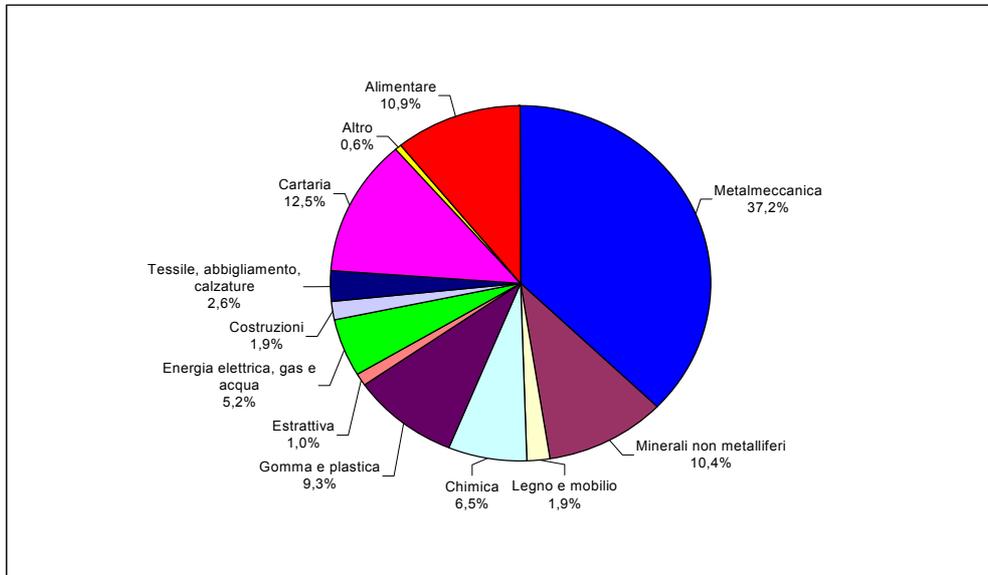


Fig. 1.40 Ripartizione settoriale dei consumi elettrici (anno 1999)

Ciò che emerge dall'analisi della serie storica dei consumi a nostra disposizione è che praticamente tutti i settori industriali conoscono una dinamica positiva, più marcata per l'industria della gomma e plastica, chimica e del legno che vedono raddoppiare i proprio consumi.

Basandosi sui dati relativi ai Censimenti ISTAT del 1991 e 1996, è stato possibile valutare il valore di consumo specifico per unità locale (utenza) per i differenti settori industriali; i risultati sono mostrati nella tabella seguente.

Il valore più elevato di consumo per utenza spetta alle industrie energetiche, seguite nell'ordine dai minerali non metalliferi, dalle industrie chimiche e di gomma e plastica.

	MWh/ut	MWh/add.
Metalmeccanica	105,4	8,4
Minerali non metalliferi	687,7	53,3
Legno e mobilio	58,6	15,2
Chimica	437,0	29,0
Gomma e plastica	455,9	35,2
Estrattiva	315,7	44,7
Energia elettrica, gas e acqua	1719,2	31,8
Costruzioni	2,8	0,9
Tessile, abbigliamento, calzature	29,7	4,2
Cartaria	302,4	34,2
Altro	12,3	2,2
Alimentare	196,5	24,1

Tab.1.9 Consumi per utenza industriale

Significativo può risultare anche considerare il consumo medio per addetto, in quanto può fornire un'idea di quanto pesino i consumi elettrici per processo su quelli complessivi del singolo settore di attività.

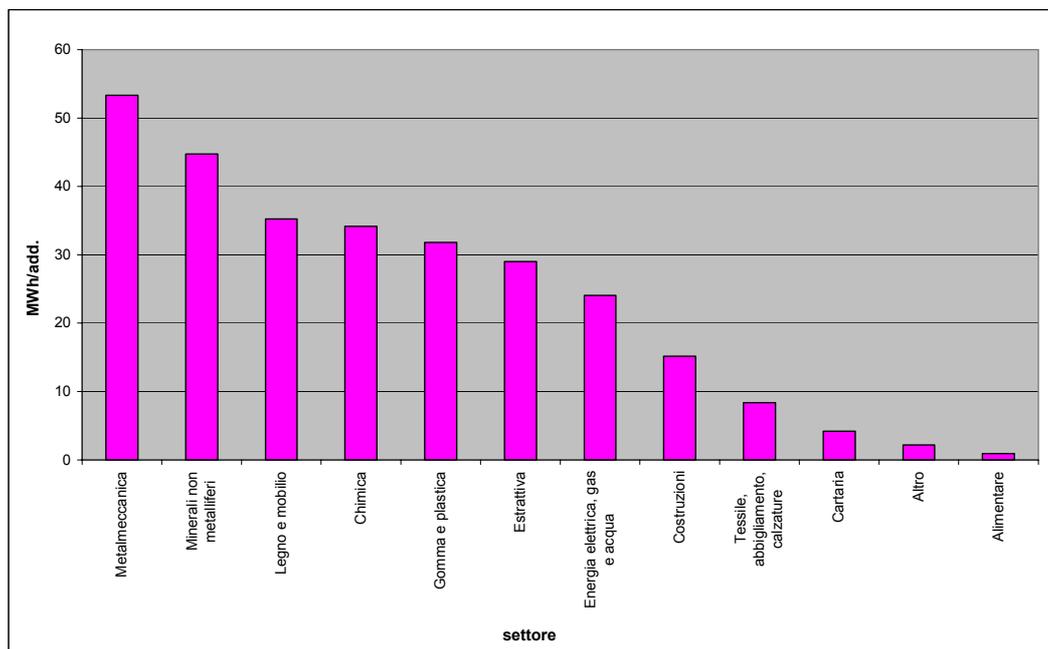


Fig. 1.41 Consumi per addetto

In termini specifici, il settore che detiene il valore maggiore è quello metalmeccanico. Ovviamente questo non vuol dire che tale settore sia uno dei più importanti, ma il risultato è legato al basso numero di addetti e agli alti consumi legati al processo produttivo. Elevato risulta anche il settore dei minerali non metalliferi, della chimica.

Per quanto riguarda il settore alimentare e cartario, si registrano invece i valori far i più bassi, con 0,9 MWh/add e 4,2 MWh/add rispettivamente.

La dinamica evolutiva dei singoli settori di attività è riportata nella tabella seguente.

	u.l.	consumi	cons. spec.
Metalmeccanica	-6,21	14,6	22,20
Minerali non metalliferi	-2,97	26,8	30,65
Legno e mobilio	-10,23	40,9	56,92
Chimica	-12,05	49,1	69,49
Gomma e plastica	-9,73	33,4	47,75
Estrattiva	-13,56	-9,0	5,23
Energia elettrica, gas e acqua	-13,33	5,2	21,36
Costruzioni	3,01	46,2	41,88
Tessile, abbigliamento, calzature	-31,29	9,0	58,70
Cartaria	-1,72	7,9	9,74
Altro	-8,41	-0,9	8,22
Alimentare	-5,30	-4,2	1,15

Tab.1.10 Variazione percentuale 1990 '96

In generale, come già analizzato in precedenza si assiste ad una riduzione delle unità locali ed una ancora più marcata generale riduzione degli addetti.

Per quanto riguarda i consumi, i settori che conoscono i maggiori incrementi sono quello chimico, quello delle costruzioni, del legno e della plastica. Sostanziali incrementi riguardano anche il settore metalmeccanico e dei minerali non metalliferi.

Per quanto riguarda le attività caratteristiche del sistema produttivo bolognese, l'industria metalmeccanica fa registrare un aumento dei consumi pari al 15% circa, a fronte di un calo delle utenze del 6.2% con conseguente aumento dei consumi specifici del 22% circa.

Il settore dei minerali non metalliferi, conosce una dinamica negativa per quanto riguarda le utenze (-3%) ed una dinamica positiva per quanto riguarda i consumi (+27%) che porta i consumi per utenza da 526 MWh/ut a quasi 688 MWh/ut.

Un aumento sostenuto dei consumi specifici, può evidenziare aspetti di criticità, quando risulta legato ad un aumento più marcato dei consumi rispetto alle utenze o soprattutto se ad un aumento dei consumi corrisponde una contemporanea diminuzione delle utenze.

Chiaramente tali considerazioni possono assumere solamente un carattere indicativo. Una lettura realistica di quanto emerso dall'analisi sin qui svolta e la conseguente possibilità di individuare priorità di intervento, non è facile, data l'estrema varietà del settore produttivo in sé, e potrà essere sviluppata in maniera adeguata solo attraverso approfondimenti sulle reali dinamiche evolutive e azioni puntuali di audit energetico sulle singole unità produttive.

La ripartizione dei consumi del settore industriale sul territorio della provincia, è riportata nelle TAV.39 e 41. Come prevedibile, i consumi maggiori si registrano nei comuni dell'area metropolitana e nel comune di Imola dove si localizzano i maggiori poli industriali della provincia, come già sottolineato nei paragrafi precedenti.

Bologna detiene circa il 13% dei consumi, Imola il 12%. Significative anche le quote di Sasso Marconi, Zola Pedrosa e Calderara di Reno.

Nella TAV.42 viene invece rappresentato il consumo comunale di energia elettrica del settore agricolo.

1.4.5 Analisi territoriale dei consumi – Riepilogo dei risultati

La ripartizione a livello sub-provinciale dei consumi del comparto industriale, in valore assoluto e percentuale, è ricostruita nelle TAV.43 e 44. In esse emerge chiaramente il ruolo predominante dei comuni dell'asse centrale della Provincia, con Bologna (che detiene da sola circa il 20% dei consumi) e Imola e Mordano i più energivori.

Per quanto riguarda la ripartizione fra i principali vettori energetici utilizzati, si faccia invece riferimento alla TAV.45.

Come si può notare, la prevalenza del metano è abbastanza netta soprattutto nei comuni dell'imolese e della cintura intorno a Bologna dove piuttosto forte è la presenza delle industrie dei minerali non metalliferi e meccaniche.

Per completezza nell'ambito dell'analisi del settore delle attività produttive, nella TAV.46 si riporta la ripartizione dei consumi totali del settore agricolo.

1.5 I trasporti

La stima dei consumi di tale settore a livello provinciale, è stata effettuata, sulla base delle vendite di carburanti per autotrazione riportati sul bollettino MICA.

1.5.1 Dati riassuntivi

I consumi associati al settore dei trasporti sul territorio della Provincia di Bologna sono stati stimati in circa 740 ktep al 1999. La quasi totalità dei consumi è da attribuire alla benzina (super e super senza piombo) e al gasolio, mentre solo una piccola parte spetta al GPL e ancora del tutto trascurabili risultano i contributi di gas metano ed energia elettrica.

Il settore dei trasporti si conferma quindi come uno dei principali consumatori di energia della realtà bolognese.

D'altra parte ciò che risulta più interessante relativamente a questo settore è il considerevole incremento rispetto al 1985. Si assiste infatti ad una crescita complessiva del 31% con l'incremento maggiore concentrato nel quinquennio 1985-'90.

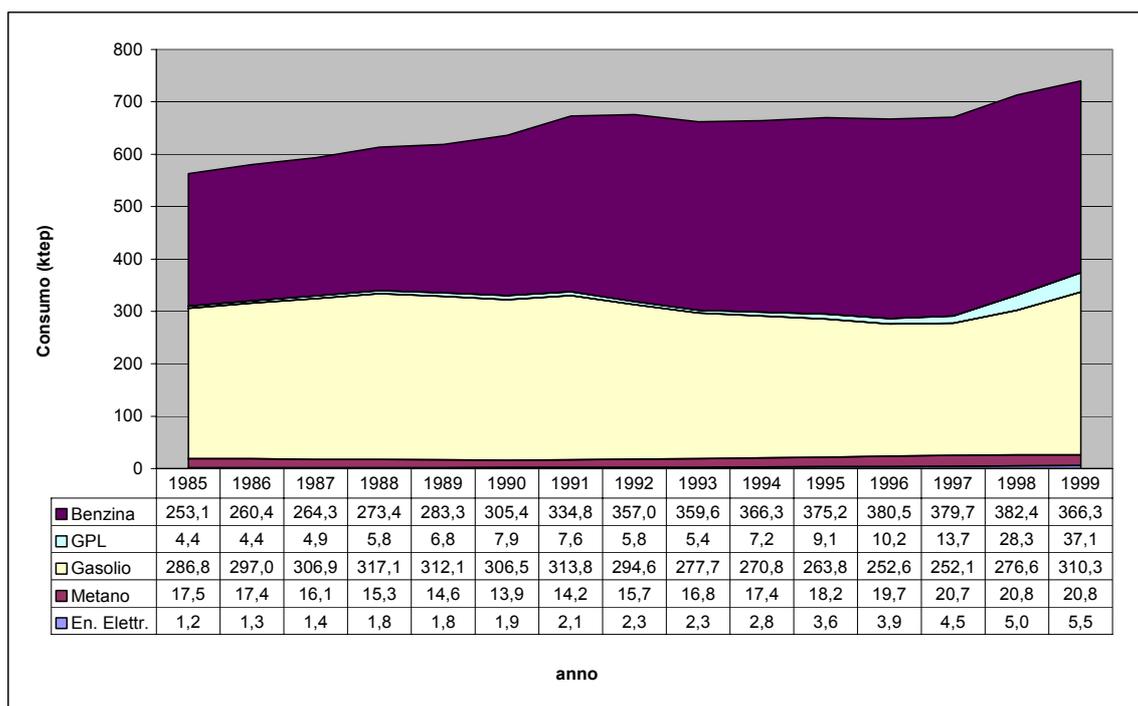


Fig. 1.42 Ripartizione vettoriale dei consumi

Nel 1999 il 50% del consumo complessivo è attribuibile alla benzina, mentre al gasolio spetta il 42%. Come mostrato di seguito, questa ripartizione, ha visto nel corso degli anni un continuo incremento del peso della benzina ed in parte anche del GPL, essenzialmente a scapito del gasolio: nel 1990 le quote percentuali relative rispetto ai consumi globali risultavano pari al 45% e 51% rispettivamente.

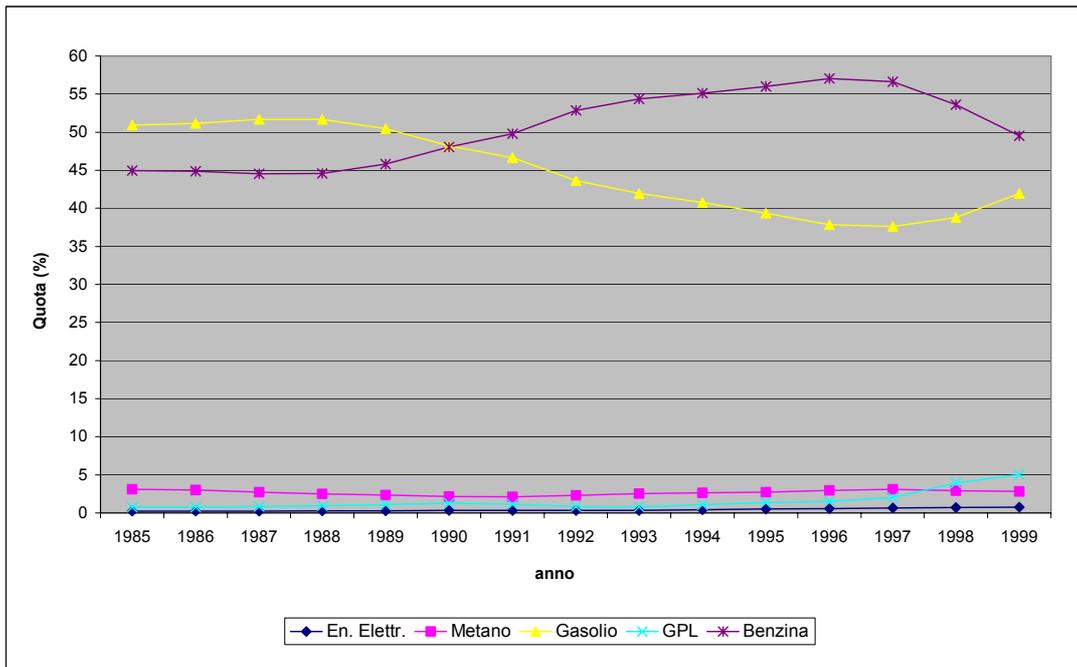


Fig. 1.43 Peso % dei vettori sul consumo complessivo

Rispetto al 1990, in particolare, si assiste ad una penetrazione sempre più marcata della benzina senza piombo a scapito di quella normale, come evidenziato dal grafico seguente: nel 1990 i consumi di benzina verde rappresentavano poco più del 2% dei consumi complessivi di settore, nel 1999 ben il 35,6%.

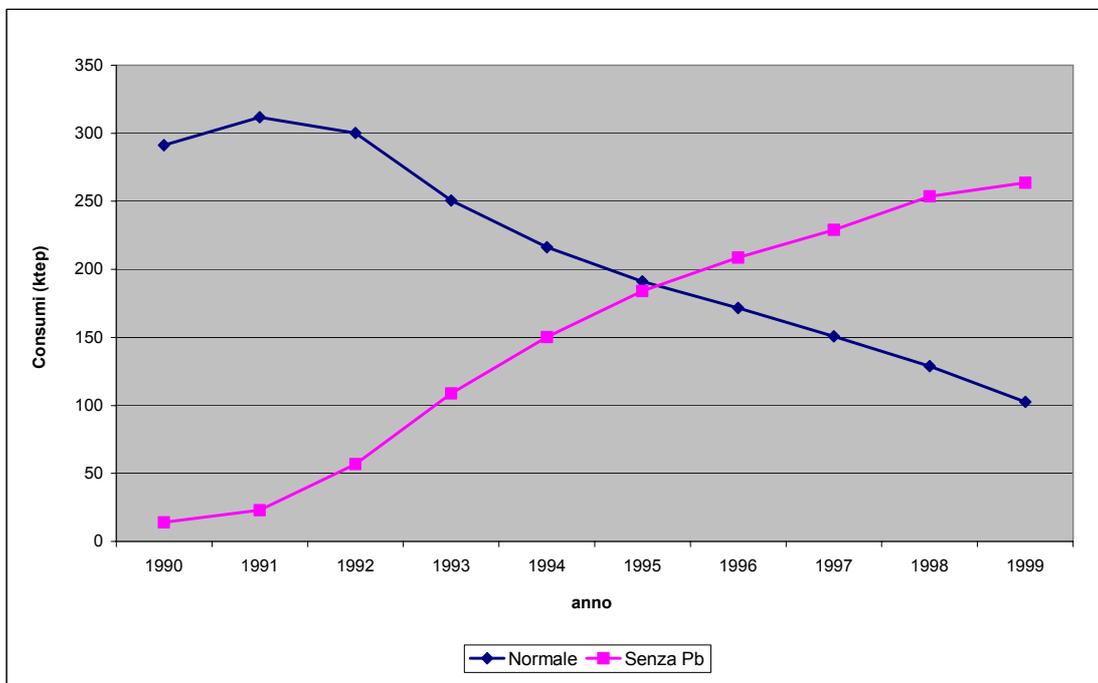


Fig. 1.44 Andamento dei consumi di benzina

In base al numero e al tipo di veicoli circolanti in provincia è stato inoltre possibile stimare la quota di combustibile destinata al trasporto persone ed al trasporto merci. Nella tabella successiva riportiamo tale ripartizione per il 1999. Per quanto riguarda l'energia elettrica si riportano solo i

consumi ascrivibili al trasporto pubblico, non essendo stato possibile per mancanza delle informazioni necessarie, valutare i consumi del trasporto ferroviario.

	PERSONE			MERCİ	TOTALE
	Auto e moto	Bus	Totale		
Benzina (ton)	348869	0	348869	0	348869
Gasolio (ton)	41495	11284	52779	251405	304184
GPL (q)	336900	0	311750	0	311750
Metano (kmc)	25185	0	25185	0	25185
En. Elettrica (MWh)	0	1890	1890	0	1890

Tab.1.11 Combustibile destinato al trasporto di persone e di merci

La ripartizione dei consumi per trasporto persone a livello comunale, è riportata nelle TAV.47 e 49. Tale ripartizione non indica i consumi effettivi fatti all'interno dei vari confini comunali, ma rappresenta una stima dei consumi determinati dagli spostamenti che hanno origine nei diversi comuni, indipendentemente dalla loro destinazione.

A tale risultato si è giunti incrociando le informazioni ottenute dal censimento della popolazione del '91 e quelle riportate nell'indagine campionaria delle famiglie residenti in area metropolitana effettuata dal Servizio Metropolitano Mobilità e Trasporti. L'analisi ha consentito di stimare gli spostamenti (ed i chilometri associati) suddivisi per: infracomunali, di scambio con Bologna ed intercomunali. A loro volta questi sono stati suddivisi in spostamenti su auto privata e su mezzo pubblico. Il passaggio alla ripartizione dei consumi è stato effettuato associando agli spostamenti degli opportuni coefficienti indicanti il diverso consumo dei veicoli a seconda che gli spostamenti stessi avvengano in ambito prevalentemente urbano piuttosto che in ambito prevalentemente extra-urbano.

Emerge chiaramente il peso dominante del comune di Bologna che detiene il 39% dei consumi complessivi così valutati.

Nelle TAV.50 e 51 vengono considerati i soli consumi per trasporto su auto privata e la loro ripartizione in termini percentuali tra movimenti interni, scambi con Bologna e scambi con altri comuni.

Per quanto riguarda Bologna, il contributo più rilevante ai consumi derivi dagli spostamenti interni al comune stesso. Tale peculiarità non si riscontra invece negli altri comuni della provincia, per i quali invece il peso dei consumi per spostamenti interni risulta decisamente meno rilevante rispetto a quello degli spostamenti verso l'esterno.

Per quanto riguarda invece il trasporto pubblico, per il quale la ripartizione dei consumi è riportata nella TAV.52, per la quasi totalità dei comuni, fatta eccezione per Bologna dove gli spostamenti interni prevalgono ancora nettamente, il peso maggiore è detenuto dai consumi attribuibili ai movimenti verso il capoluogo (con riferimento alla TAV.53).

Per quanto attiene alla ripartizione vettoriale fra i principali combustibili per autotrazione (propriamente benzina e gasolio) si faccia riferimento alle TAV.54-55 e 56-57.

L'aumento dei consumi di combustibile può essere imputabile da un lato alla variazione della tipologia di veicoli circolanti e all'aumento del flusso veicolare, dall'altro all'aumento dei km mediamente percorsi da ogni autovettura.

Riguardo al parco autoveicoli circolanti, è interessante valutare l'evoluzione della cilindrata. Il grafico a seguire indica chiaramente la continua diminuzione delle auto di piccola cilindrata (<1400 cc), a favore di quelle di media cilindrata (1400-2000 cc). Ovviamente tale tendenza porta a ridurre il beneficio derivato dall'utilizzo di autoveicoli più efficienti.

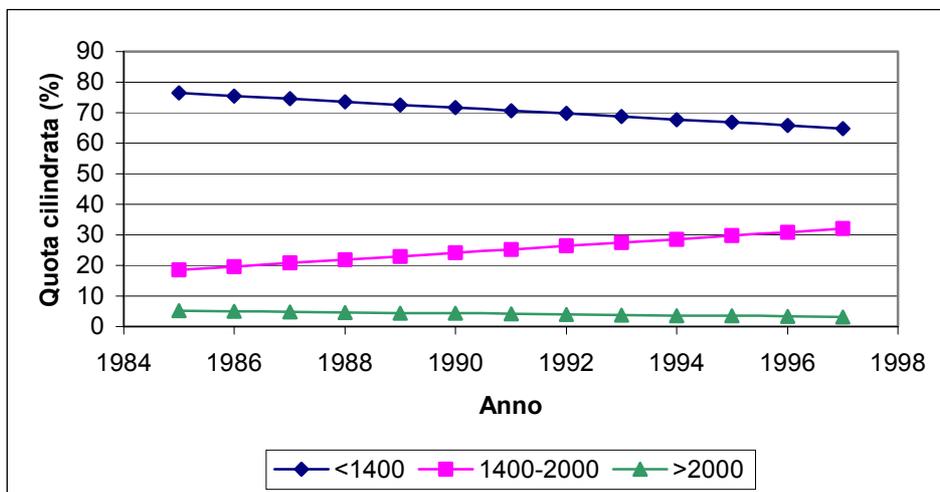


Fig. 1.45 Evoluzione della cilindrata del parco autoveicoli circolante

Nel grafico seguente si riporta l'indice di motorizzazione privata per la provincia di Bologna. Si noti come si sia giunti ormai ad una stabilizzazione, dopo un continuo incremento durato sino ai primi anni '90.

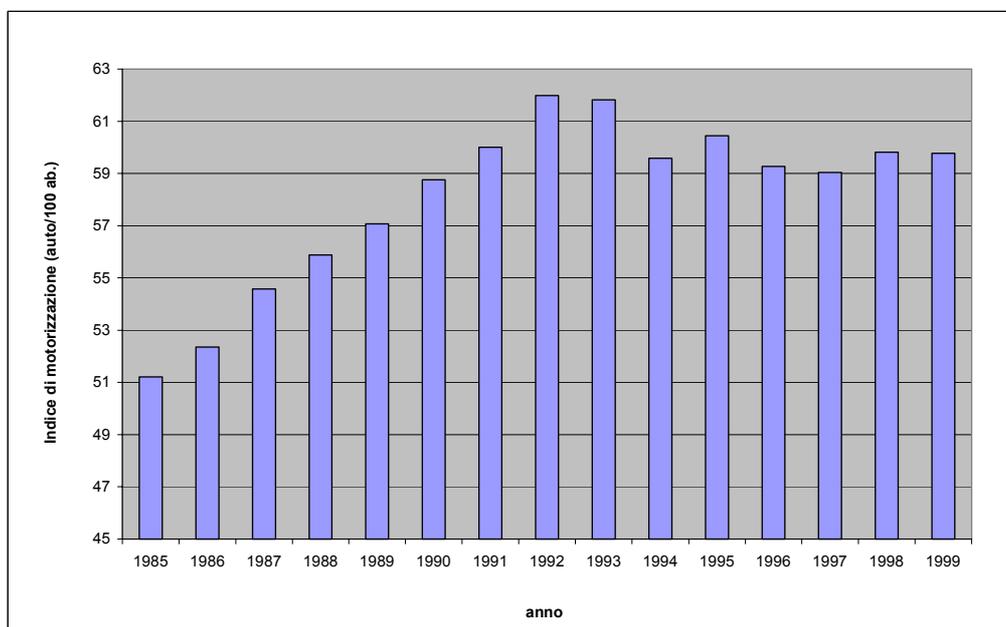


Fig. 1.46 Indice di motorizzazione privata

A questo proposito nelle TAV. 58 e 58.a viene rappresentato l'indice di motorizzazione per i comuni della provincia per gli anni 1990 e 1999. E' significativo il fatto come, rispetto al 1990, l'indice di motorizzazione si sia spostato al di sopra delle 55 auto/ab per praticamente tutti i comuni della provincia.

Anche l'analisi dei flussi veicolari attraverso i caselli autostradali dell'area bolognese indica l'incremento degli spostamenti attraverso i confini provinciali.

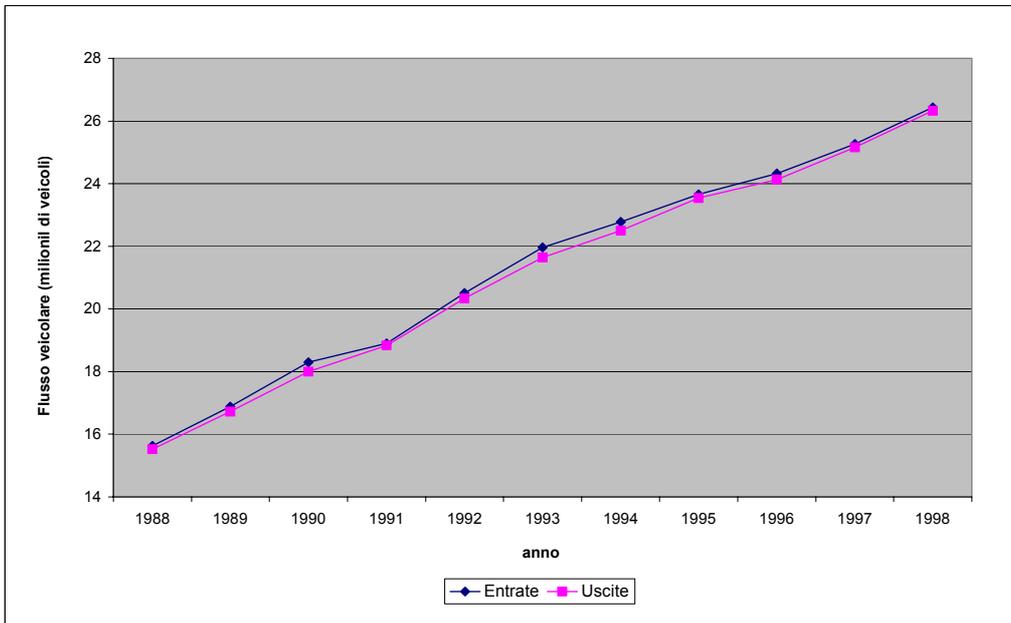


Fig. 1.47 Andamento dei flussi veicolari ai caselli autostradali dell'area bolognese

Una delle ragioni che possono aver concorso in parte all'incremento complessivo degli spostamenti su auto privata è legata inoltre dalle tendenze demografiche registrate, che hanno evidenziato la tendenza dei residenti a lasciare il capoluogo e i comuni attigui (i maggiori poli attrattori di spostamenti), per trasferirsi nelle zone più esterne della provincia, incrementando quindi la distanza mediamente percorsa.

A tale proposito è interessante il risultato evidenziato dal grafico seguente, che indica un calo continuo del rapporto tra le auto immatricolate a Bologna e quelle immatricolate in provincia. Si noti altresì, che tale decremento è simile a quello del rapporto tra i residenti nel capoluogo ed i residenti in provincia.

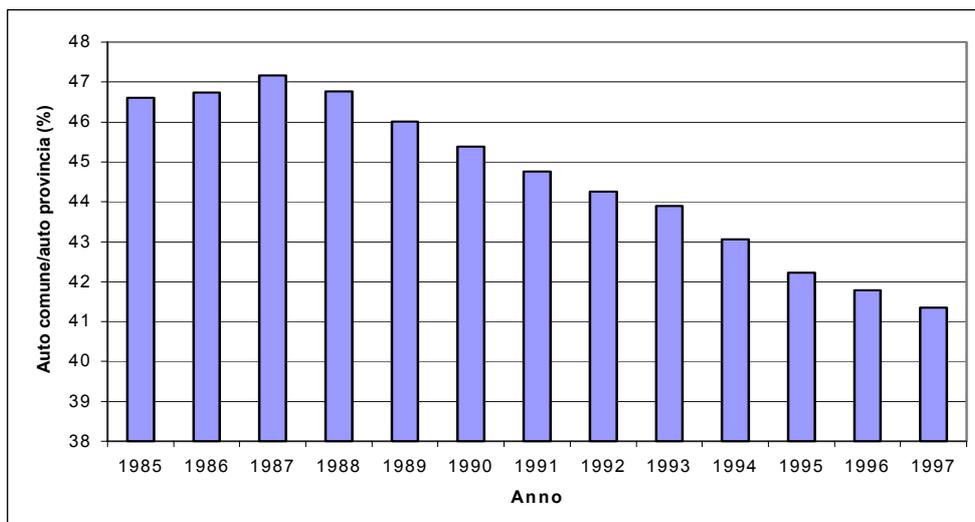


Fig. 1.48 Rapporto tra le auto immatricolate a Bologna ed in provincia

Anche in questo caso può risultare utile l'analisi del flusso veicolare attraverso i quattro caselli dell'area del capoluogo (Borgo Panigale, Casalecchio, San Lazzaro e Arcoveggio): evidente l'aumento del flusso veicolare attraverso i confini del comune.

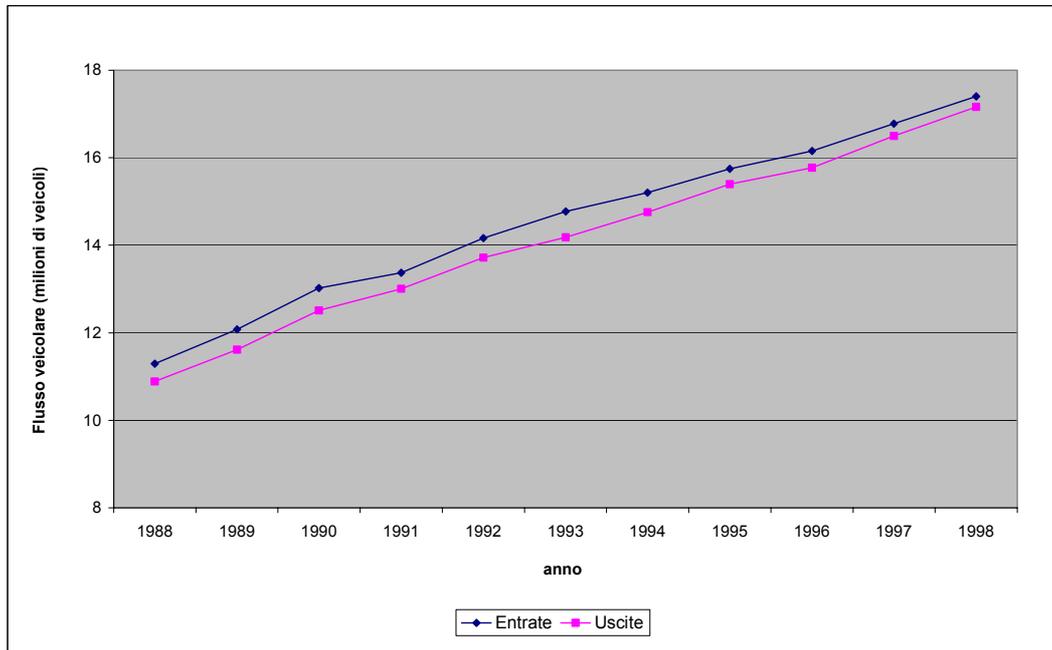


Fig. 1.49 Andamento dei flussi veicolari ai caselli autostradali di Bologna

Il trasporto pubblico

Il trasporto pubblico sul territorio della provincia di Bologna è gestito essenzialmente da ATC.

La tabella che segue riporta i dati salienti del servizio. Come si può osservare, la rete è organizzata in 192 linee di autobus di cui 47 urbane e 145 extra-urbane. Essa presenta un'estesa superiore ai 3.800 km per un totale di 35 milioni di km percorsi/anno e di 102 milioni di passeggeri trasportati. Il parco automezzi risulta composto da 985 unità.

Interessante notare come quasi il 50% dei passeggeri e ben l'87% dei km percorsi siano allocabili alle linee urbane riguardanti il solo comune di Bologna.

	N° linee	Sviluppo	Passeggeri	Km percorsi
Linee urbane				
Bologna	36	451,70	88.329.626	17.412.852
Imola	7	79,34	539.941	441.852
Porretta Terme	2	8,23	130.728	25.900
Castel San Pietro	2	9,72	39.036	49.939
Linee extra-urbane				
Servizio suburbano	16	588,1	8.372.039	7.211.354
Servizio extra-urbano	125	2.543,6	4.507.903	9.692.784
Altri servizi	4	141,7	39.871	126.866
TOTALE	192	3.822,4	101.959.144	34.961.547

Tab.1.12 Caratteristiche del servizio

	Lunghezza percorsi (km)	Passeggeri	Vetture in servizio
1988	4.211,50	132.919.759	856
1989	4.609,38	124.804.381	870
1990	4.627,57	121.485.268	900
1991	4.249,36	125.397.914	899
1992	4.383,77	132.963.917	899
1993	4.292,70	127.433.132	900
1994	4.308,06	123.290.197	900
1995	3.963,47	116.481.402	900
1996	3.818,92	109.810.574	893
1997	3.779,21	104.378.678	891
1998	3.822,39	101.959.144	895

Tab.1.13 Evoluzione della lunghezza dei percorsi, dei passeggeri trasportati e del n. di vetture in servizio

Per quanto riguarda l'evoluzione del trasporto pubblico, si nota negli ultimi dieci anni, un calo della lunghezza media dei percorsi e dei passeggeri trasportati/anno (-23% circa). Per contro il parco autoveicoli aumenta di più del 10%.

Per quanto riguarda quest'ultimo, l'evoluzione a livello di tipologia di combustibile è mostrata nella tabella seguente:

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<i>diesel anni 80</i>	879	833	833	792	792	775	746	699	652	594
<i>diesel EURO 1+2</i>	0	46	46	88	88	105	127	152	203	303
<i>diesel EURO 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
<i>Elettrico</i>	21	20	20	20	20	20	20	40	40	57

Tab.1.14 Evoluzione del tipo di combustibile utilizzato

Da notare il significativo incremento dei veicoli elettrici, utilizzati però, solo in ambito urbano.

Per quanto riguarda i consumi di combustibile, questi fanno registrare una riduzione di quasi il 18%. Questa è legata al trasporto urbano e soprattutto extra-urbano (-15% e -52% rispettivamente). Il trasporto suburbano invece da parte sua conosce un incremento dei consumi di poco inferiore al 15%.

	Consumo gasolio (litri)				Energia elettrica (kWh)
	urbano	suburbano	extra-urbano	TOTALE	
1990	8.898.864	3.494.638	4.068.543	16.462.045	
1991	8.737.430	3.465.209	4.056.012	16.258.651	
1992	8.564.105	3.340.182	4.057.878	15.962.165	
1993	8.164.593	3.416.829	3.824.709	15.406.131	
1994	8.049.661	3.389.811	3.614.605	15.054.077	
1995	8.273.178	3.225.509	3.419.911	14.918.598	443.400
1996	8.276.629	3.151.699	2.541.685	13.970.013	845.500
1997	8.167.239	3.325.626	2.419.786	13.912.651	1.068.000
1998	7.824.771	3.659.200	2.266.051	13.750.022	1.600.000
1999	7.582.717	4.012.496	1.951.398	13.546.611	1.890.000

Tab.1.15 Consumi di gasolio e di energia elettrica nei trasporti pubblici

Dai dati sopra esposti e riassunti nella tabella, se ne deduce una costante riduzione del consumo medio per veicolo pari al 22% (nel 1990 un automezzo in media consumava 18.728 litri/anno contro i 14.600 litri/anno del 1999). Per contro i consumi medi per passeggero trasportato conoscono dopo un periodo di decrescita nei primi anni '90, un trend positivo che negli ultimi due anni ne riallinea i valori a quelli del 1990.

litri/veicolo	litri/pass.
18728,2	0,136
18496,8	0,130
18159,5	0,120
17507,0	0,121
17106,9	0,122
16953,0	0,128
16002,3	0,127
16348,6	0,133
16081,9	0,135
14597,6	0,135

Tab.1.16 Evoluzione dei consumi per veicolo e per passeggero

1.6 I Bacini Energetici Territoriali

L'analisi sin qui svolta del sistema energetico provinciale nel suo complesso e dei principali settori di domanda che lo caratterizzano, è stata accompagnata come si è visto, dove e quando possibile, da una analoga analisi a livello comunale, esplicitata in una serie di mappe tematiche che costituiscono l'*Atlante Tematico dell'Energia*.

In particolare le TAV.59-60-61 riepilogano i consumi totali, per ognuno dei comuni della Provincia e la loro ripartizione fra i principali settori analizzati.

I comuni più energivori si trovano nella fascia centrale della provincia, e cioè quella caratterizzata dalla più forte urbanizzazione, dalla maggiore concentrazione di attività produttive e terziarie e attraversata dalle principali arterie stradali e autostradali. Tale fascia comprende la maggior parte dei comuni della cintura urbana e della zona dell'imolese.

Bologna, da sola, assorbe poco meno del 40% dei consumi energetici provinciali.

Il metano detiene la quota parte maggiore in praticamente tutti i comuni della parte centrale e settentrionale della provincia, a differenza di quanto si rileva nelle aree di montagna della parte meridionale dove più marcata, se non a volte prevalente, risulta la quota dell'energia elettrica e dei combustibili per autotrazione, come risulta dalla TAV.66.

Le ripartizioni territoriali dei consumi complessivi da gas naturale ed energia elettrica sono visualizzate nelle TAV.62 e 64.

E' importante a questo punto fare alcune precisazioni. La indisponibilità di una base dati esaustiva e dettagliata o di indagini settoriali specifiche ha implicato necessariamente l'esclusione dall'analisi territoriale di cui sopra, di alcuni dei vettori che contribuiscono comunque al bilancio energetico complessivo della Provincia.

E' il caso del GPL e gasolio utilizzati per usi termici nel settore civile, della quota di gas naturale consumata dal grande terziario, dell'olio combustibile utilizzato nell'industria, del metano utilizzato in agricoltura e del fluido termovettore prodotto in cogenerazione e consumato dagli autoproduttori industriali. Si tenga presente comunque, che la quota parte detenuta da tali voci è in ogni caso inferiore al 5% dei consumi totali dei singoli settori di utilizzo e all'1% dei consumi provinciali complessivi.

Inoltre la voce Trasporti, in tale contesto, si riferisce solo al trasporto persone (su auto privata o mezzo pubblico) e non comprende il trasporto merci.

L'analisi spaziale del sistema energetico della Provincia di Bologna, inteso nel suo complesso e quindi considerando anche la voce "produzione locale di energia" (si faccia riferimento a questo proposito alle TAV.67) ha costituito una prima base per la definizione di una ripartizione del territorio in cosiddetti "bacini energetici territoriali". Questi sono costruiti mediante opportune aggregazioni delle suddivisioni comunali in modo tale da avere delle zone al loro interno il più possibile omogenee e che consentano una rapida visualizzazione delle peculiarità energetiche del territorio in esame.

I Bacini Energetici Territoriali si delineano quindi come aggregati di zone dell'area in esame le cui caratteristiche energetiche, geomorfologiche, insediative e produttive sono simili; è chiaro che, oltre ad essere utili dal punto di vista analitico, essi dovranno avere una valenza anche dal punto di vista di orientamento degli interventi ed azioni specifiche di riqualificazione energetica, non solo per quanto riguarda la domanda ma anche l'offerta di energia.

Per quanto riguarda la Provincia di Bologna, l'ipotesi di bacinazione è quella riportata in TAV.68. Come si può notare essa riprende una ripartizione amministrativa già esistente, che suddivide il territorio provinciale in quattro zone: Area Metropolitana di Bologna e Imolese, che comprendono le aree a più forte urbanizzazione e industrializzazione della provincia e sono attraversate dalle principali arterie stradali e autostradali, la zona di pianura, con una forte connotazione agricola e una significativa comunque presenza di zone urbanizzate, la zona di montagna che comprende al proprio interno la maggior parte del territorio delle quattro comunità montane, caratterizzata da una scarsissima urbanizzazione, da consistenti aree forestali e abbondanza di corsi d'acqua. Questa ripartizione ci è sembrato si potesse adattare in maniera significativa, almeno in prima ipotesi, sia alle specificità energetiche sul lato domanda, così come emerse dall'analisi svolta nei paragrafi precedenti, sia a quelle sul lato offerta di energia soprattutto per quanto riguarda il possibile sfruttamento di fonti rinnovabili, come la biomassa legnosa e agricola, l'eolica e idroelettrica.

La ripartizione, per ognuno dei bacini così individuati, dei consumi energetici complessivi fra i principali settori di utilizzo è riportata nella tabella seguente (TAV.69 e 70):

	Usi civili	Industria	Agricoltura	Trasporti	TOT
Bacino 1	578.079	243.665	5.516	304.487	1.131.747
Bacino 2	97.685	135.896	5.216	64.260	303.057
Bacino 3	123.639	69.425	8.550	58.553	251.618
Bacino 4	49.953	36.971	3.724	48.079	138.727

Tab. 1.17 Bacini Energetici Territoriali – ripartizione settoriale dei consumi (tep)

La zona definita come Area Metropolitana di Bologna, comprendente anche il comune capoluogo, risulta la più energivora, con una quota parte pari a ben il 62% dei consumi complessivi della provincia, seguita dalla zona dell'imolese (a forte connotazione industriale) con il 16,6% e dalla zona di pianura (14% circa).

Come si evince chiaramente dalla tabella precedente e dalle TAV.71, 72 e 73, la zona di Bologna e della prima cintura urbana si caratterizza per una netta prevalenza in tutti i settori, soprattutto per quanto riguarda gli usi civili di cui detiene quasi il 70% dei consumi complessivi.

Solo per quanto riguarda il settore industriale non si registra una predominanza così marcata, dove la zona dell'imolese rappresenta una quota parte di quasi il 30%.

Netto appare inoltre il divario fra la zona di montagna ed il resto della provincia.

La ripartizione dei consumi fra i principali vettori energetici è riportata invece nello schema seguente e rappresentata nella TAV.74.

	Metano	En. Elettrica	Benzina	Gasolio auto
Bacino 1	606.822	216.171	232.708	36.657
Bacino 2	177.473	53.868	50.259	6.437
Bacino 3	147.050	51.664	45.770	5.894
Bacino 4	58.330	30.745	37.576	4.847

Tab. 1.18 Bacini Energetici Territoriali – ripartizione vettoriale dei consumi (tep)

Per quanto riguarda i consumi di gas naturale, energia elettrica e combustibili per autotrazione, di nuovo emerge la netta prevalenza della zona Area Metropolitana di Bologna (con riferimento alle TAV.75-78) che detiene una quota parte mai inferiore al 60%.

A seguire, per ognuno dei Bacini individuati, è stata costruita una scheda riassuntiva in cui oltre ai dati di bilancio al 1999 per i principali settori e vettori, vengono riportati alcuni tra i più significativi indicatori di carattere territoriale, demografico ed economico operando, dove possibile, un confronto con i valori dei medesimi a livello provinciale.

BACINO 1

	Energia Elettrica	Gas Naturale	Fluido termovettore	Benzina	Gasolio	G.P.L.	TOTALE	%
Agricoltura	1.911				3.605		5.516	0,5%
Industria	69.519	174.146					243.665	21,5%
Usi civili	144.603	419.477	13.999				578.079	51,1%
	<i>Residenziale</i>							
	<i>Terziario</i>							
Trasporti	138	13.199		232.708	36.657	21.785	304.487	26,9%
	<i>trasporto privato</i>	13.199		232.708	26.888	21.785		
	<i>trasporto pubblico</i>	138			9.769			
TOTALE CONSUMI	216.171	606.822	13.999	232.708	40.262	21.785	1.131.747	
%	19,1%	53,6%	1,2%	20,6%	3,6%	1,9%		
Prod. Locale E.E.								
di cui in cogen. metano	44.147							
di cui da rinnovabili	3.704							
TOTALE PRODUZIONE	47.850							
% sul consumo	22,1%							

* non comprende la quota degli autoproduttori

Tab. 1.19 Vettori energetici per settore di impiego (tep)

		% su TOT provincia
Superficie totale (kmq)	804,5	21,7%
Superficie urbanizzata (kmq)	59,3	48,7%
<i>di cui in Bologna</i>	34,2	
Popolazione residente	577.375	63,0%
<i>di cui in Bologna</i>	381.161	
Famiglie residenti	261.994	65,4%
<i>di cui in Bologna</i>	182.402	
Abitazioni totali	276.561	62,1%
<i>di cui in Bologna</i>	193.966	
Unità locali terziario	40.951	73,0%
<i>di cui in Bologna</i>	29.646	
Unità locali industria	11.779	59,0%
<i>di cui in Bologna</i>	6.087	
Addetti terziario	141.864	79,4%
<i>di cui in Bologna</i>	103.110	
Addetti industria	93.021	63,3%
<i>di cui in Bologna</i>	39.795	
SAU totale (ha)	43.168	21,4%
Superficie forestale totale (ha)	8.131	11,8%
Valori specifici		provincia
Grado di urbanizzazione	7,37%	3,3%
Densità popolazione (ab/kmq)	717,7	247,7
Superficie urbanizzata (ab/kmq)	9736,5	7535,8
Densità SAU	53,7%	54,6%
Densità superficie forestale	10,1%	18,5%

Tab. 1.20 Caratterizzazione del Bacino 1

BACINO 2

	Energia Elettrica	Gas Naturale	Fluido termovettore	Benzina	Gasolio	G.P.L.	TOTALE	%
Agricoltura	777				4.440		5.217	1,7%
Industria	33.944	101.952					135.896	44,8%
Usi civili	19.138	72.670	5.877				97.685	32,2%
<i>Residenziale</i>	10.366							
<i>Terziario</i>	8.772							
Trasporti	9	2.851		50.259	6.437	4.705	64.260	21,2%
<i>trasporto privato</i>		2.851		50.259	5.807	4.705		
<i>trasporto pubblico</i>	9				630			
TOTALE CONSUMI	53.868	177.473	5.877	50.259	10.876	4.705	303.057	
%	17,8%	58,6%	1,9%	16,6%	3,6%	1,6%		
Prod. Locale E.E.*								
di cui in cogen. metano	6.812							
di cui da rinnovabili	164							
TOTALE PRODUZIONE	6.976							
% sul consumo	12,9%							

* non comprende la quota degli autoproduttori

Tab. 1.21 Vettori energetici per settore di impiego (tep)

		% su TOT provincia
Superficie totale (kmq)	787,0	21,3%
Superficie urbanizzata (kmq)	16,7	13,7%
Popolazione residente	105.424	11,5%
Famiglie residenti	47.406	11,8%
Abitazioni totali	50.651	11,4%
Unità locali terziario	5.207	9,3%
Unità locali industria	2.488	12,5%
Addetti terziario	13.970	7,8%
Addetti industria	19.138	13,0%
SAU totale (ha)	53.166	26,3%
Superficie forestale totale (ha)	5.541	8,1%
Valori specifici		provincia
Grado di urbanizzazione	2,12%	3,3%
Densità popolazione (ab/kmq)	134,0	247,7
Superficie urbanizzata (ab/kmq)	6312,8	7535,8
Densità SAU	67,6%	54,6%
Densità superficie forestale	7,0%	18,5%

Tab. 1.22 Caratterizzazione del Bacino 2

BACINO 3

	Energia Elettrica	Gas Naturale	Fluido termovettore	Benzina	Gasolio	G.P.L.	TOTALE	%
Agricoltura	3.045				5.505		8.550	3,3%
Industria	27.136	42.289					69.425	26,7%
Usi civili	21.474	102.165					123.639	47,5%
	<i>Residenziale</i>							
	<i>Terziario</i>							
Trasporti	9	2.596		45.770	5.894	4.285	58.553	22,5%
	<i>trasporto privato</i>	2.596		45.770	5.288	4.285		
	<i>trasporto pubblico</i>				606			
TOTALE CONSUMI	51.664	147.050	-	45.770	11.398	4.285	260.167	
%	19,9%	56,5%	0,0%	17,6%	4,4%	1,6%		
Prod. Locale E.E.*								
di cui in cogen. metano	-							
di cui da rinnovabili	-							
TOTALE PRODUZIONE	-							
% sul consumo	0,0%							

* non comprende la quota degli autoproduttori

Tab. 1.23 Vettori energetici per settore di impiego (tep)

		% su TOT provincia
Superficie totale (kmq)	887,0	24,0%
Superficie urbanizzata (kmq)	25,0	20,5%
Popolazione residente	148.249	16,2%
Famiglie residenti	54.354	13,6%
Abitazioni totali	54.765	12,3%
Unità locali terziario	6.032	10,7%
Unità locali industria	3.500	17,5%
Addetti terziario	14.407	8,1%
Addetti industria	22.969	15,6%
SAU totale (ha)	65.919	32,6%
Superficie forestale totale (ha)	668	1,0%
Valori specifici		provincia
Grado di urbanizzazione	2,82%	3,3%
Densità popolazione (ab/kmq)	167,1	247,7
Superficie urbanizzata (ab/kmq)	5930,0	7535,8
Densità SAU	74,3%	54,6%
Densità superficie forestale	0,8%	18,5%

Tab. 1.24 Caratterizzazione del Bacino 3

BACINO 4

	Energia Elettrica	Gas Naturale	Fluido termovettore	Benzina	Gasolio	G.P.L.	TOTALE	%
Agricoltura	395				3.329		3.724	2,8%
Industria	16.285	20.686					36.971	27,4%
Usi civili	14.058	35.513	382				49.953	37,0%
	<i>Residenziale</i>							
	<i>Terziario</i>							
Trasporti	7	2.131		37.576	4.847	3.518	48.079	35,6%
	<i>trasporto privato</i>	2.131		37.576	4.342	3.518		
	<i>trasporto pubblico</i>				505			
TOTALE CONSUMI	30.745	58.330	382	37.576	8.176	3.518	135.003	
%	22,8%	43,2%	0,3%	27,8%	6,1%	2,6%		
Prod. Locale E.E.*								
di cui in cogen. metano	60							
di cui da rinnovabili	224							
TOTALE PRODUZIONE	284							
% sul consumo	0,9%							

* non comprende la quota degli autoproduttori

Tab. 1.25 Vettori energetici per settore di impiego (tep)

		% su TOT provincia
Superficie totale (kmq)	1.224	33,1%
Superficie urbanizzata (kmq)	21	17,3%
Popolazione residente	86.065	9,4%
Famiglie residenti	36.824	9,2%
Abitazioni totali	59.241	13,3%
Unità locali terziario	3.933	7,0%
Unità locali industria	2.202	11,0%
Addetti terziario	8.376	4,7%
Addetti industria	11.811	8,0%
SAU totale (ha)	39.869	19,7%
Superficie forestale totale (ha)	54.316	79,1%
Valori specifici		provincia
Grado di urbanizzazione	1,72%	3,3%
Densità popolazione (ab/kmq)	70,3	247,7
Superficie urbanizzata (ab/kmq)	4098,3	7535,8
Densità SAU	32,6%	54,6%
Densità superficie forestale	44,4%	18,5%

Tab. 1.26 Caratterizzazione del Bacino 4

2. EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI DEI GAS DI SERRA

2.2 Le emissioni specifiche

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 consideriamo l'effetto complessivo di questi gas utilizzando il valore dell'equivalente di anidride carbonica⁵ (CO₂ equivalente). Ricordiamo, comunque, che generalmente nei processi energetici l'anidride carbonica contribuisce per circa il 95% all'effetto complessivo, mentre la restante quota è ripartita in modo abbastanza equivalente tra metano e protossido d'azoto.

Per la determinazione delle emissioni dovute all'utilizzo delle fonti energetiche, è necessario moltiplicare i dati di consumo analizzati nel capitolo precedente per opportuni coefficienti di emissione specifica corrispondenti ai singoli vettori energetici utilizzati. Per ogni vettore energetico consideriamo due coefficienti di emissione, uno relativo alla produzione del vettore stesso, l'altro relativo al suo consumo.

Per quanto riguarda il primo coefficiente, è necessario fare uno studio delle modalità attraverso le quali il settore energetico garantisce l'approvvigionamento dei diversi vettori sul mercato. Si tratta, in sintesi, di individuare il mix di fonti primarie utilizzate, di valutare l'efficienza di trasformazione degli impianti operanti a servizio dell'area considerata, di descrivere le reti di distribuzione stimando le perdite di trasmissione ad esse connesse. Questa analisi consente di ricostruire la struttura dell'offerta energetica locale e di stimare anche l'efficienza "a valle" dell'ambito territoriale oggetto dello studio. Inoltre un'importante distinzione deve essere tracciata tra i segmenti di offerta localizzati entro i confini provinciali e quelli che invece si configurano come importazioni dall'esterno.

Per quanto riguarda la Provincia di Bologna, la struttura di approvvigionamento è stata ricondotta agli elementi seguenti:

- ◇ per quanto riguarda i prodotti petroliferi, alla rete di distribuzione commerciale ed alle provenienze dei singoli vettori (raffinerie e luoghi di estrazione);
- ◇ per quanto concerne il gas naturale, alla rete SNAM ed alla struttura distributiva locale (SEABO, AMI ecc.);
- ◇ per quanto concerne l'energia elettrica, alla rete ENEL ed agli autoproduttori locali;
- ◇ per quanto riguarda il teleriscaldamento, alle reti SEABO, AMI e di altri produttori locali.

Il coefficiente di emissione specifica relativo al consumo di un vettore energetico si riferisce ai dispositivi utilizzati. Nell'analisi riportata in questo capitolo, che si prefigge di ricostruire l'evoluzione delle emissioni analogamente a quanto fatto per i consumi, si fa riferimento ad emissioni specifiche medie, considerando che per quanto riguarda le sostanze considerate non vi sono sostanziali differenze tra le emissioni specifiche di dispositivi diversi.

⁵ Tale valore è uguale ad uno per l'anidride carbonica, a 21 per il metano ed a 310 per il protossido d'azoto.

2.2.1 Prodotti petroliferi

Considerazioni generali

I prodotti petroliferi consumati nel territorio bolognese (gasolio, benzina, GPL, olio combustibile) sono considerati equivalenti al mix di prodotti petroliferi a livello nazionale, per quanto riguarda sia le caratteristiche che la provenienza.

Emissioni

Le emissioni dell'equivalente di CO₂ corrispondenti ai prodotti petroliferi considerati in questa sede sono riportate nello schema seguente. Le emissioni specifiche relative alla produzione includono tutti i processi, dall'estrazione di energia primaria, al trasporto internazionale, alla lavorazione fino alla distribuzione locale in Italia; le emissioni specifiche relative al consumo includono la combustione.

	Produzione	Consumo
CO₂ equivalente	g/kg	g/kg
Benzina	292	3067
Gasolio	294	3190
Olio combustibile	375	3424
GPL	314	2949

Tab.2.1 Emissioni equivalenti di CO₂

2.2.2 Gas naturale

Considerazioni generali

La Regione Emilia Romagna è la principale produttrice di gas naturale a livello nazionale (oltre 6500 ktep nel 1997, corrispondenti al 42% della produzione nazionale complessiva).

Il fabbisogno della Regione è circa simile alla quantità prodotta ed è quindi ragionevole supporre che gran parte del gas consumato in Provincia abbia provenienza regionale.

Il processo di metanizzazione della Provincia è ormai consolidato, coprendo la quasi totalità del territorio.

Emissioni

Le emissioni dell'equivalente di CO₂ corrispondenti al gas naturale sono riportate nello schema seguente. Come per i prodotti petroliferi, le emissioni relative alla produzione includono tutti i processi, dall'estrazione fino alla distribuzione locale, mentre quelle relative al consumo includono la combustione finale.

	Produzione	Consumo
CO₂ equivalente	g/mc	g/mc
Gas naturale	423	1879

Tab.2.2 Emissioni equivalenti di CO₂ del gas naturale

2.2.3 Energia Elettrica

Considerazioni generali

L'energia elettrica utilizzata in provincia di Bologna è costituita da una quota preponderante proveniente dall'esterno e da una quota di produzione "locale", cioè derivante da trasformazioni che avvengono all'interno del territorio.

Nell'analisi che segue si considerano separatamente le due opzioni, ricalcando il confronto far di esse.

Produzione esterna

La Regione Emilia Romagna nel suo complesso risulta essere deficitaria per quanto riguarda la produzione di energia elettrica (nel 1997 si è registrato un saldo netto di importazione pari a circa 12 TWh, cioè circa il 55% della richiesta regionale). Per questo motivo e per la difficile individuazione, sul territorio nazionale, delle centrali che soddisfano il fabbisogno della provincia, si è assunto che l'energia elettrica derivante dalla rete Enel corrisponda alle caratteristiche medie del mix nazionale.

Per questo mix si sono valutate le variazioni intervenute nel corso del periodo 1985-1999, sia in termini di fonti primarie utilizzate che in termini di efficienza degli impianti di conversione e di efficienza dei sistemi di distribuzione ad alta e bassa tensione.

Emissioni

Per il mix nazionale si sono stimati i valori relativi all'emissione di CO₂ equivalente per la produzione di un chilowattora di energia elettrica (è chiaro che le emissioni relative al consumo sono nulle) considerando sia la produzione e distribuzione dei combustibili come fonte primaria (come calcolati nei paragrafi precedenti), sia i processi di trasformazione di questi in energia elettrica. Il passaggio dal chilowattora prodotto al chilowattora consumato viene ottenuto dai valori precedenti in base alle perdite di distribuzione, maggiori per la bassa tensione (circa 14%) e minori per l'alta tensione (circa 2%).

<i>CO₂ equivalente – g/kWh</i>	1985	1990	1995	1999
Energia elettrica esterna	615	589	555	509

Tab.2.3 Emissioni equivalenti di CO₂ dell'energia elettrica

E' interessante notare che il cambio dei combustibili utilizzati (soprattutto l'aumento della quota di metano rispetto all'olio combustibile) e l'aumento della efficienza media del parco delle centrali di trasformazione hanno portato ad una riduzione rispetto al '90 di circa il 14% delle emissioni di CO₂ equivalente. Ciò implica, per la provincia di Bologna, che **la variazione del mix elettrico nazionale rispetto al 1990 ha comportato una riduzione delle emissioni di CO₂ equivalente pari a circa 314 kton nel 1999.**

Produzione locale

La provincia di Bologna è caratterizzata, all'interno del proprio territorio, da numerosi impianti di produzione di energia elettrica. Alcuni di questi sono impianti di cogenerazione (la produzione termica verrà discussa in un capitolo successivo), mentre altri sfruttano fonti rinnovabili. La ricostruzione storica della messa in attività di questi impianti e delle corrispondenti quantità di energia elettrica prodotte ha consentito di definire la quota parte del fabbisogno complessivo di energia elettrica all'interno del territorio provinciale che viene soddisfatta da questa produzione

locale (grafico seguente). Come si può notare, dall'inizio degli anni '90 l'apporto locale alla produzione di energia elettrica è stato in continua crescita, superando attualmente il 7% del fabbisogno complessivo.

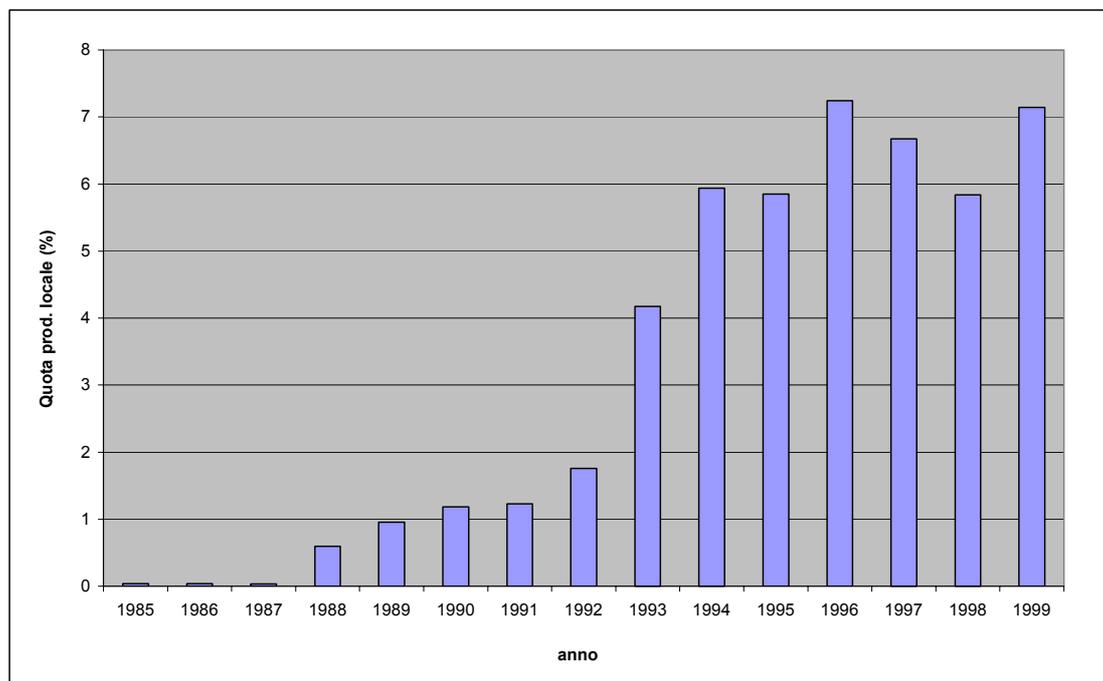


Fig. 2.1 Apporto locale alla produzione di energia elettrica

Di seguito si riportano gli impianti di cogenerazione attivi al 1999.

<i>Impianto</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Combustibile</i>	<i>Potenza (MW)</i>	<i>Produzione-1999 (MWh)</i>
COGEN	Bologna	Metano	6,4	41682
Aldini - Valeriani	Bologna	Metano	0,56	0
Ospedale Rizzoli	Bologna	Metano	0,56	2558
Fossolo- Manfredi	Bologna	Metano	2,11	3975
Inceneritore Frullo	Bologna	RSU	7,2	35856
Cogen. Monterenzio	Monterenzio	Metano	0,2	701
Montericcio	Imola	Metano	13.9	79207

Tab.2.1 Impianti di cogenerazione attivi al 1999

Nello schema successivo si riportano gli altri impianti attivi al 1999.

Impianto	Ubicazione	Fonte	Potenza (MW)	Produzione-1999 (MWh)
Cavaticcio	Bologna	Idroelettrico	1,89	1334
ENEL	Grizzana Morandi	Idroelettrico	0,301	372,5
Galliani srl	Vergato	Idroelettrico	0,315	380
Elmi	Grizzana Morandi	Idroelettrico	0,055	115,3
Comune Castel d'Aiano	Castel d'Aiano	Idroelettrico	0,095	199
Maestrini	Camugnano	Idroelettrico	0,004	8,9
Tozzoli-Alberti	Borgo Tossignano	Idroelettrico	0,216	454
Tozzoli-Alberti	Imola	Idroelettrico	0,369	775,7
Mazzoni	Castel del Rio	Idroelettrico	0,012	26
Discarica Guelfa	Bologna	Biogas	0,45	430
Turboespansore Frullo	Bologna	Decompr. gas metano	1,28	4079
Depuratore	Bologna	Biogas	1,88	1368
Discarica Tre Monti	Imola	Biogas	0,27	651
Monte Galletto	S. Benedetto V. di S.	Eolico	3,5	1527

Tab. 2.2 Altri impianti di cogenerazione attivi al 1999

Dell'energia elettrica prodotta dai suddetti impianti, una parte viene vettoriata all'utenza tramite la rete ENEL, mentre una quota viene consumata direttamente dagli autoproduttori.

Per quanto riguarda gli impianti di autoproduzione industriale, la situazione al 1999 è la seguente:

Settore industriale	Tipo impianto	N. impianti	Fonte	Potenza (MW)	Produzione-1999 (MWh)
Chimiche	Cogenerazione	1	Metano	4,8	
Energetiche	Cogenerazione	1	Metano	6,4	
Cemento e laterizi	Cogenerazione	1	Metano	1,1	
Ceramiche e vetraie	Cogenerazione	2	Metano	5,4	
Alimentari	Cogenerazione	3	Metano	45,1	
Cartarie e poligrafiche	Idroelettrico	2		1,02	
	Cogenerazione	4	Metano	16,9	
Produzione idro					1269
Produzione cogener.					126273
TOTALE					127542*

*stima

Tab. 2.3 Cogenerazione industriale

Emissioni

Le caratteristiche degli impianti hanno consentito di stimare le emissioni connesse alla produzione di un chilowattora di energia elettrica. Seguendo la metodologia utilizzata nel modello AIREs, le emissioni relative agli impianti di cogenerazione sono state suddivise in una quota imputabile alla produzione di elettricità ed in una quota imputabile alla produzione del fluido termovettore. La suddivisione avviene considerando il contenuto "exergetico" dei vettori prodotti, che è un indice della "qualità dell'energia", cioè della frazione di lavoro meccanico in cui questa può essere convertita. Energia elettrica e meccanica hanno valore unitario, l'energia chimica dei combustibili ha un valore solo leggermente più basso, l'energia termica ha un valore decrescente con la temperatura, fino a raggiungere valore exergetico nullo quando si trova a temperatura pari a quella ambiente (a 100 °C è pari a 0,21). Nel caso degli impianti di cogenerazione presenti si è calcolato che le emissioni dovute ai processi di combustione sono attribuibili per il 90% alla produzione di

energia elettrica e per il 10% alla produzione del fluido termovettore. Considerando che alcuni degli impianti hanno ancora possibilità di espansione, soprattutto per quel che riguarda la produzione di energia termica, in futuro la quota attribuibile all'energia elettrica si ridurrà. Il valore attuale delle emissioni di CO₂ equivalente degli impianti di cogenerazione risulta essere inferiore di circa il 10% rispetto a quello attribuito al flusso di energia elettrica proveniente dall'esterno. Ciò è dovuto al fatto che, come già detto, una quota delle emissioni è attribuita al fluido termovettore prodotto.

<i>CO₂ equivalente</i>	<i>g/kWh</i>
Energia elettrica da cogenerazione locale	508

Tab. 2.4 Emissioni equivalenti di CO₂ da energia elettrica da cogenerazione

Se si trascurano le emissioni conseguenti alla costruzione degli impianti, l'energia elettrica generata dagli impianti funzionanti con fonti rinnovabili è caratterizzata da emissioni nulle. Anche all'energia elettrica prodotta dalla combustione dei rifiuti non vengono attribuite emissioni, in quanto si suppone che lo scopo dell'impianto di incenerimento non sia direttamente la generazione di energia, ma lo smaltimento dei rifiuti stessi. Le emissioni, come si vedrà nell'apposito capitolo, vengono quindi attribuite esclusivamente al processo di smaltimento.

Nel suo complesso, quindi, l'energia elettrica prodotta nel comune di Bologna nel 1999 è caratterizzata da emissioni molto inferiori rispetto a quella proveniente da fuori.

<i>CO₂ equivalente</i>	<i>g/kWh</i>
Energia elettrica totale locale	425

Tab. 2.5 Emissioni equivalenti di CO₂ da energia elettrica totale

Considerando che la produzione locale complessiva di energia elettrica è stata pari a 299.877 MWh, **nel 1999 il risparmio di emissioni di CO₂ equivalente è risultato pari a circa 24 kton rispetto al valore avuto in assenza di impianti locali.**

2.2.4 Teleriscaldamento

Considerazioni generali

Oltre agli impianti di cogenerazione già descritti, il territorio bolognese è caratterizzato dalla presenza di altri impianti destinati alla produzione di acqua calda per teleriscaldamento. Nel 1997 alcuni di questi funzionavano con metano (impianti Università 1 e Università 2), mentre altri con olio combustibile (impianti Barca, Beccaccino, Corticella, Fiera; l'impianto Beccaccino funzionava a metano prima del 1997).

Analogamente a quanto fatto per la produzione elettrica locale, si è stimata la produzione di calore prodotto dai suddetti impianti al fine di valutare la quota di fabbisogno per riscaldamento nel civile soddisfatta da questa forma di vettoriamento. Come si può notare dal grafico seguente, nel 1999 del 3,5% del fabbisogno di riscaldamento è soddisfatto dal teleriscaldamento (la valutazione è stata effettuata a partire dal 1990, in quanto per il periodo anteriore non tutti i dati erano disponibili).

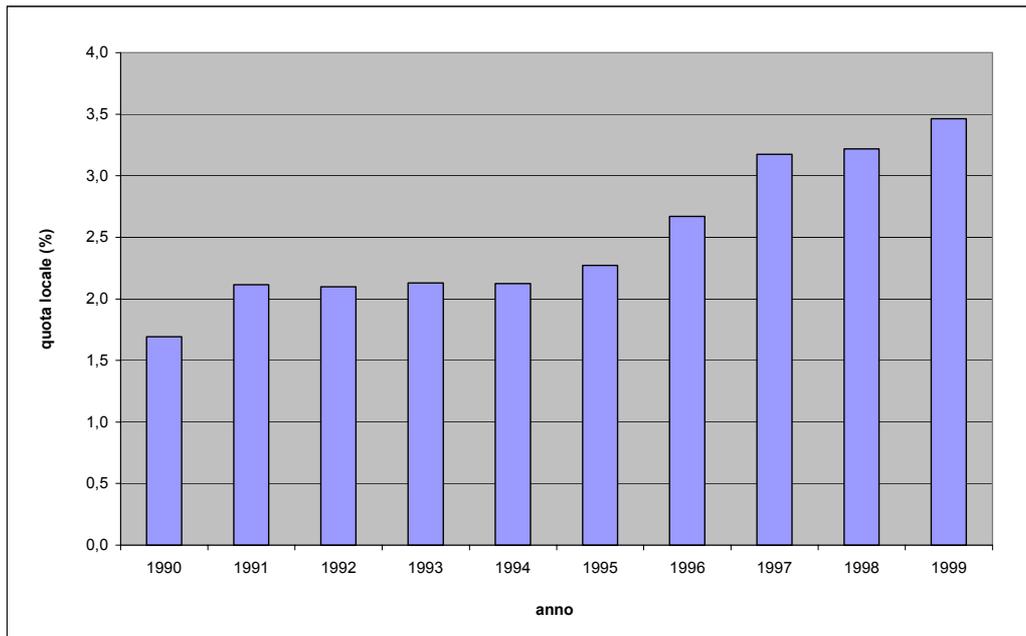


Fig. 2.2 Quota di fabbisogno per riscaldamento nel settore civile

Emissioni

Per quanto riguarda la cogenerazione, già si è visto che le caratteristiche degli impianti presenti consentono di attribuire alla produzione del fluido termovettore circa il 10% delle emissioni complessive relative al processo di combustione. Per gli altri sistemi, è chiaramente il tipo di combustibile utilizzato una delle componenti principali che determina il livello delle emissioni. Sulla base delle caratteristiche di tutti gli impianti che servono il teleriscaldamento e delle quantità di fluido termovettore da essi prodotto, si è stimato un valore medio delle emissioni da associare ad ogni unità di energia (TJ) che arriva con tale modalità. Tale valore è comprensivo, oltre che del processo di combustione negli impianti stessi, sia dei processi di approvvigionamento delle fonti primarie che di distribuzione del prodotto finito (considerando le perdite di rete); si sono inoltre aggiunte anche le emissioni che derivano dalla costruzione dell'intero impianto di teleriscaldamento. Nello stesso grafico si riporta l'andamento delle emissioni associate alla stessa unità di energia prodotta mediante riscaldamento standard (metano e gasolio); anche in questo caso il valore è associato all'intero ciclo di vita, considerando un rendimento medio delle caldaie e le emissioni associate alla loro costruzione. Mentre quest'ultimo parametro è rimasto pressoché invariato nel corso degli ultimi anni (la leggera diminuzione si deve ad un ulteriore incremento della quota di riscaldamento a metano rispetto al gasolio), il teleriscaldamento è caratterizzato da una significativa variazione delle emissioni. A differenza dei primi anni '90 in cui erano presenti anche impianti ad olio combustibile, caratterizzati da elevati valori di emissioni, negli anni successivi a tali impianti si sono affiancati, in seguito, impianti funzionanti a metano e, soprattutto, impianti di cogenerazione, che hanno contribuito ad abbassare il valore delle emissioni al di sotto del valore dei sistemi standard. La netta diminuzione del 1997 si deve all'attivazione dell'impianto CAAB-Pilastro, che sfrutta il calore prodotto dall'inceneritore (in questo caso, le emissioni associate alla produzione del fluido sono considerate nulle).

E' da sottolineare che i valori riportati sono da considerare come indicativi di una tendenza, in quanto una particolare gestione degli impianti di teleriscaldamento, piuttosto che delle caldaie presenti nei singoli edifici, può fare variare i suddetti valori di alcuni punti percentuale. Evidenti vantaggi si evidenziano, qualora vengano attivati sistemi di cogenerazione.

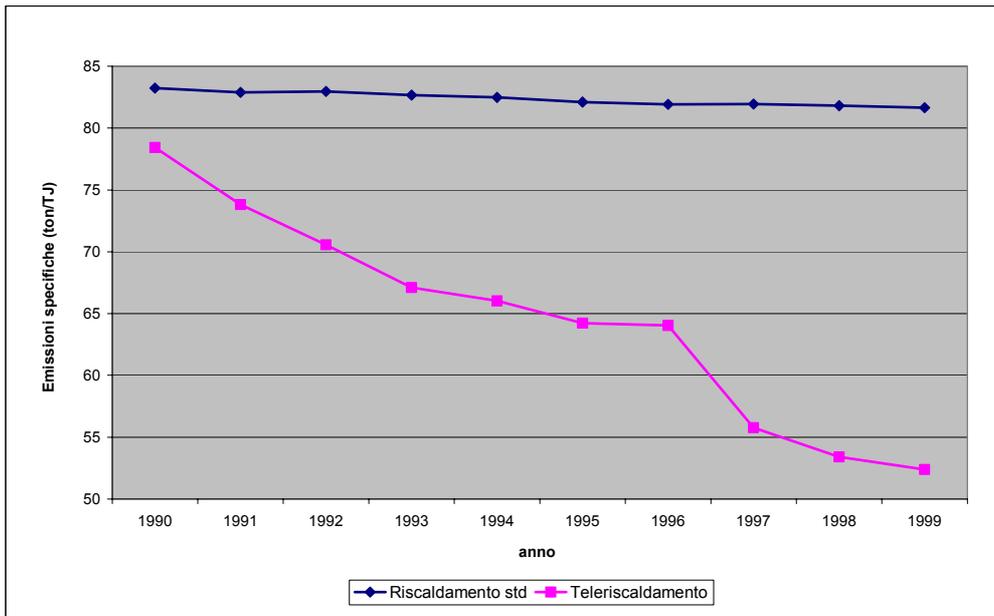


Fig. 2.3 Emissioni prodotte mediante riscaldamento e teleriscaldamento

Considerando che la produzione locale complessiva di fluido termovettore per usi civili è stata pari a 848TJ, **nel 1999 il risparmio di emissioni di CO₂ equivalente è risultato pari a 25,4 kton rispetto al valore avuto in assenza di impianti locali.**

2.3 Le emissioni complessive

Le emissioni di CO₂ equivalente, dovute al consumo di energia della città di Bologna, sono state valutate, al 1999, pari a 7969 kton. Nel 1990 le emissioni sono state di 7543 kton, mentre nel 1985 di 7006 kton. L'incremento verificatosi tra il 1990 ed il 1999 è del 5,6%. Nel grafico seguente si riporta l'andamento delle emissioni dal 1985 al 1999, indicando la suddivisione tra emissioni dirette, cioè legate all'uso finale delle fonti energetiche ed emissioni indirette, cioè legate alla produzione e distribuzione delle fonti energetiche. Le emissioni dirette avvengono a livello locale, mentre le indirette possono avvenire sia all'interno del territorio in esame che al di fuori di esso, benché nel caso bolognese siano essenzialmente esterne.

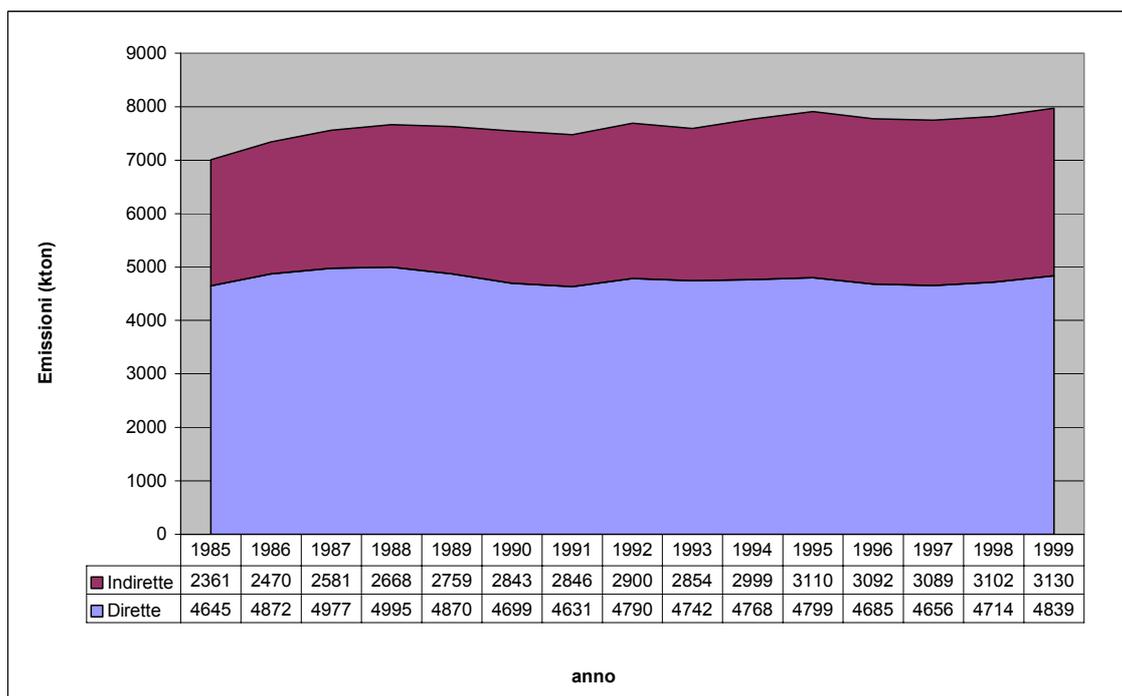


Fig. 2.4 Andamento delle emissioni dirette ed indirette

Come si vede, l'aumento delle emissioni è stato percentualmente inferiore all'aumento dei consumi; ciò vuol dire che, complessivamente, il contenuto di carbonio per ogni unità di energia consumata è diminuito, come indicato nel grafico successivo. Questo si deve a due fattori fondamentali: da un lato dal fatto che l'incremento del consumo complessivo è stato determinato in gran parte del gas naturale che sostituisce vettori energetici con un maggior contenuto di carbonio, dall'altro per la variazione del mix elettrico.

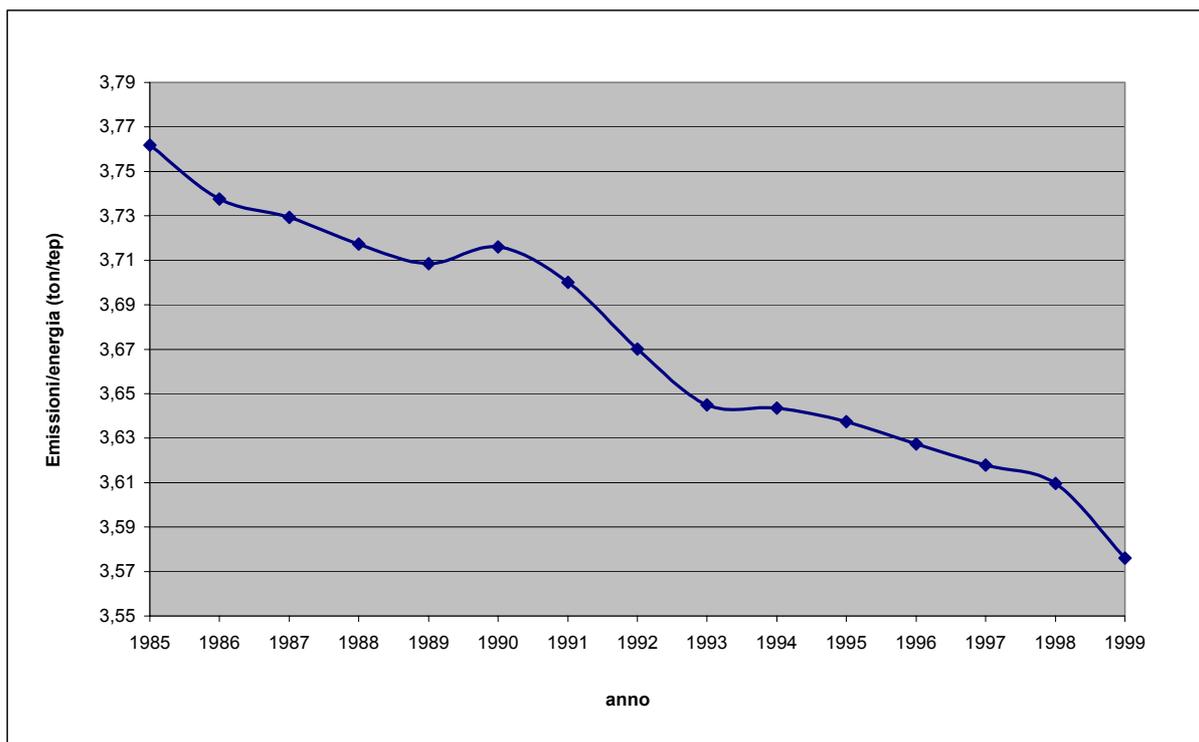


Fig. 2.5 Andamento delle emissioni per unità di energia consumata

Nel grafico successivo si riporta la suddivisione delle emissioni di CO₂ equivalente in base ai settori.

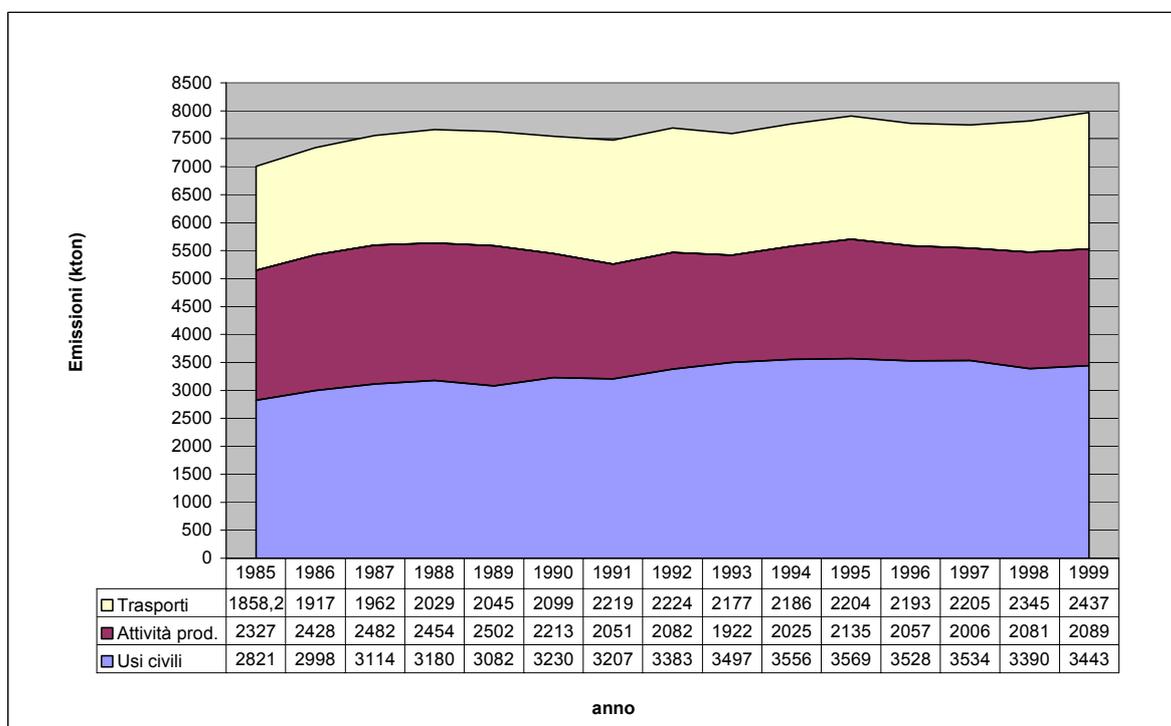


Fig. 2.6 Suddivisione delle emissioni per settore

Le percentuali relative dei singoli settori sulle emissioni complessive vengono di seguito riportate.

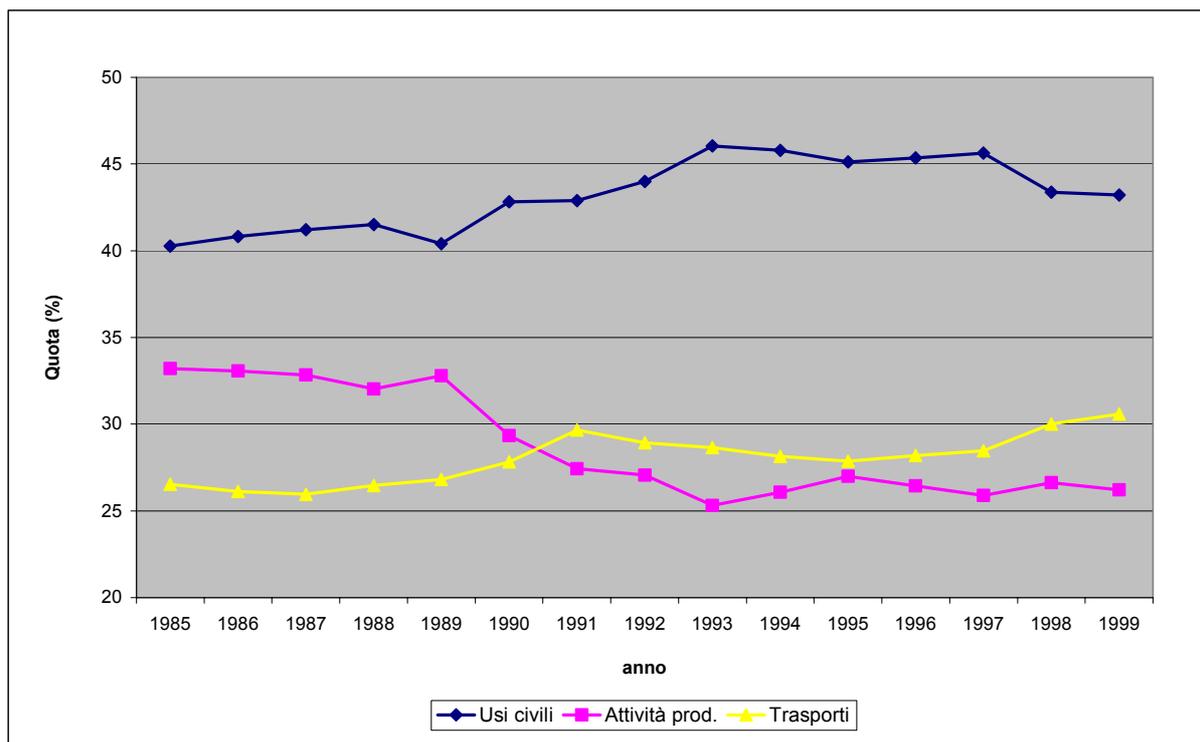


Fig. 2.7 Peso % dei singoli settori sulle emissioni totali

Nel 1999 il settore degli usi civili contribuisce con il 43% circa delle emissioni. Alle attività produttive ed ai trasporti competono il 26% ed il 31%, rispettivamente.

Il grafico successivo indica le variazioni delle emissioni associate ai diversi settori ed al totale per i periodi 1985-'90 e 1990-'99.

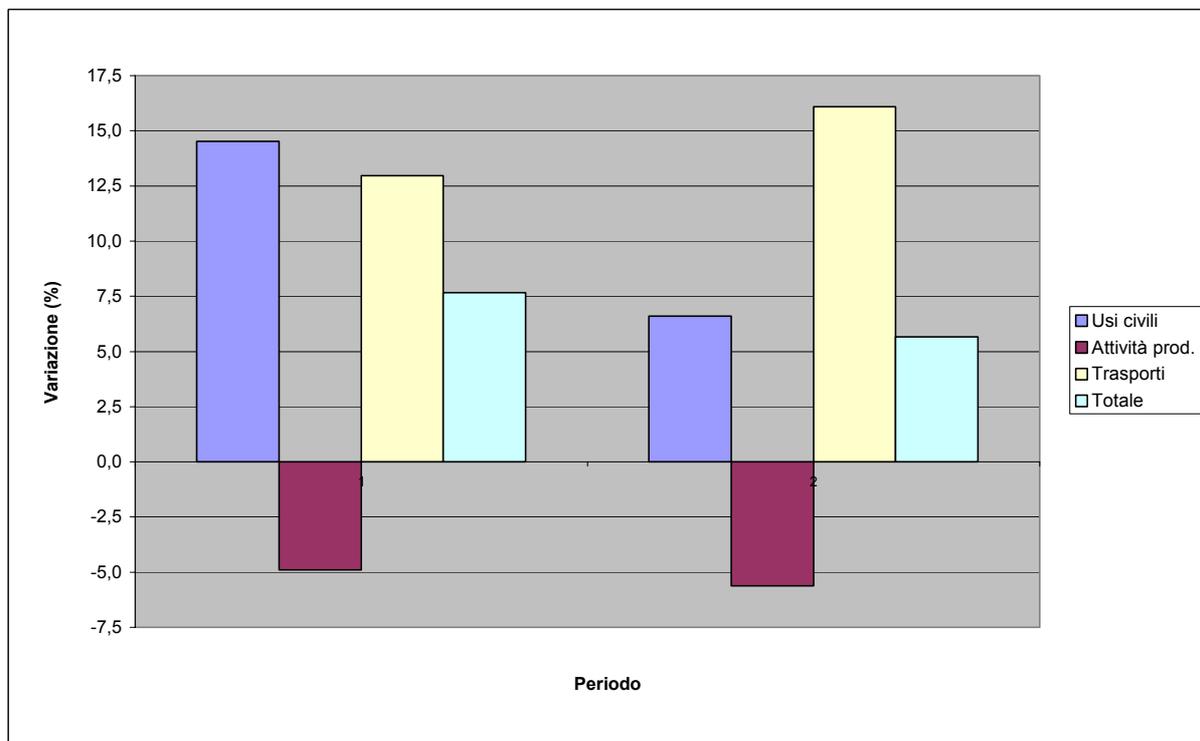


Fig. 2.8 Variazione delle emissioni associate ai diversi settori

Le percentuali di aumento delle emissioni associate agli usi civili e in parte alle attività produttive sono abbastanza diverse dalle percentuali di aumento dei consumi associate soprattutto nel periodo 1985-'90. Questo si deve al fatto i consumi dei singoli vettori che servono questi settori sono variati in modo differente. Nei trasporti, invece, gli aumenti dei singoli vettori sono stati più uniformi e le percentuali di crescita delle emissioni corrispondenti sono in linea con le percentuali di crescita dei consumi in virtù del fatto che il mix relativo energetico è molto vincolato.

Il peso percentuale delle variazioni delle emissioni dei singoli settori sulla variazione complessiva è messo in evidenza nel grafico a seguire per i periodi 1985-'90 e 1990-'99. Se nel primo periodo sono gli usi civili che detengono il peso maggiore della variazione complessiva, tra il '90 ed il '99 sono i trasporti che orientano principalmente la crescita delle emissioni complessive.

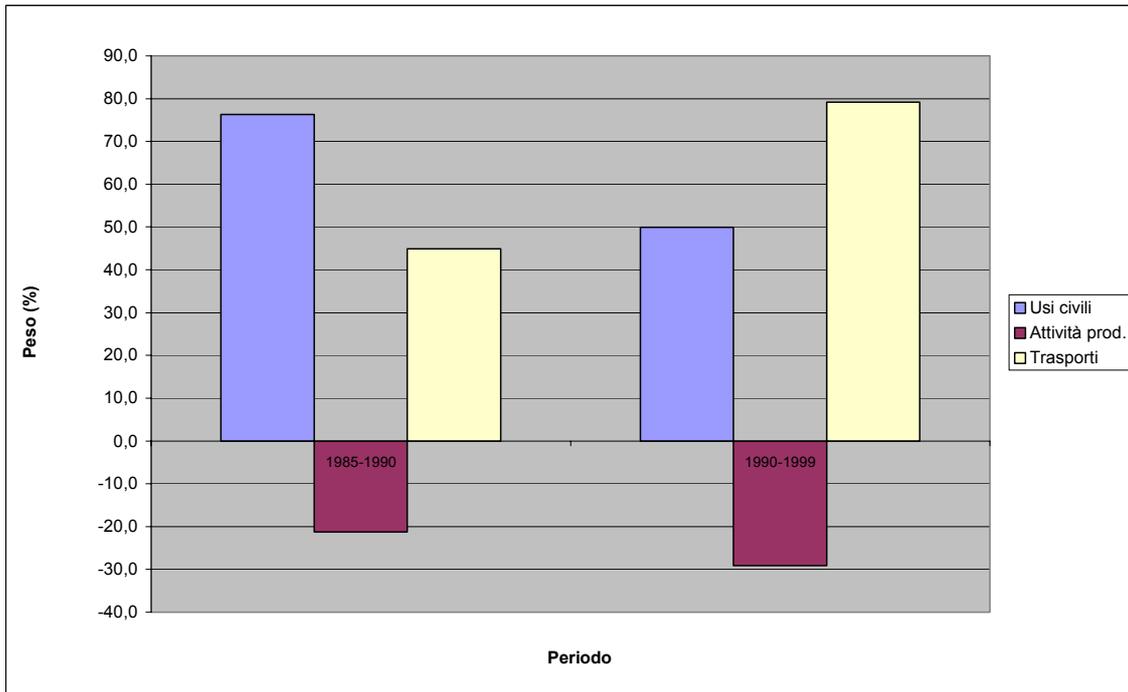


Fig. 2.9 Peso % delle variazioni dei singoli settori sulla variazione complessiva

Il grafico successivo riporta il valore delle emissioni per i singoli vettori energetici.

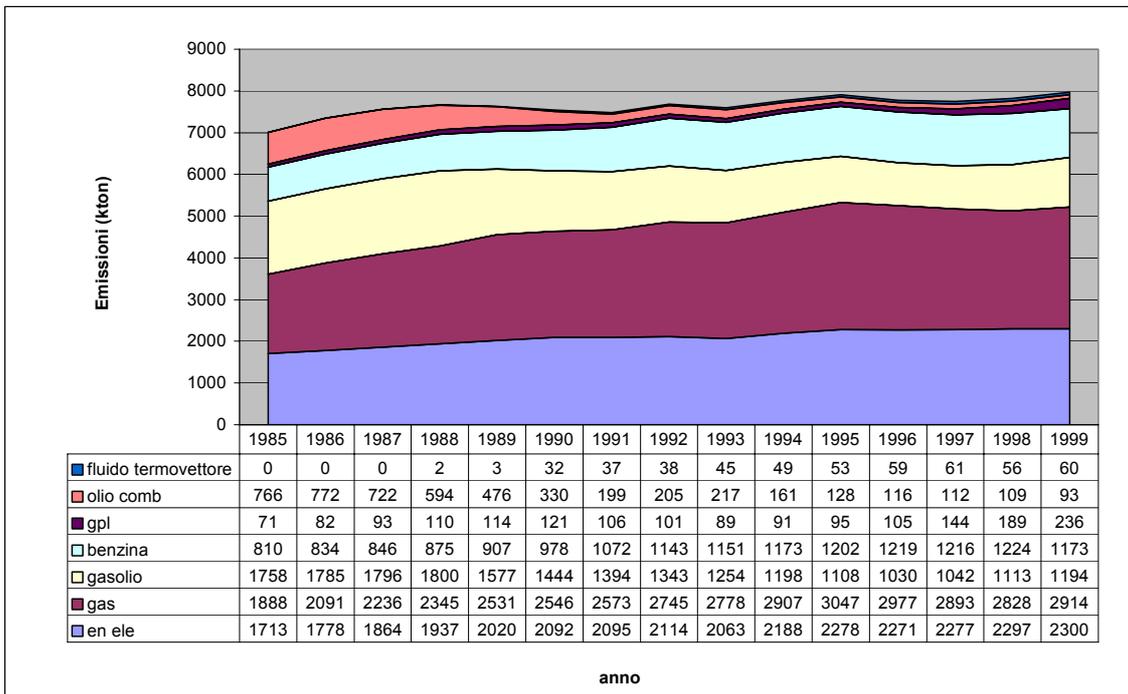


Fig. 2.10 Emissioni per vettore energetico

Per quanto riguarda il peso percentuale sul totale delle emissioni, al gas naturale compete una quota del 36%, contro il 29% dell'energia elettrica.

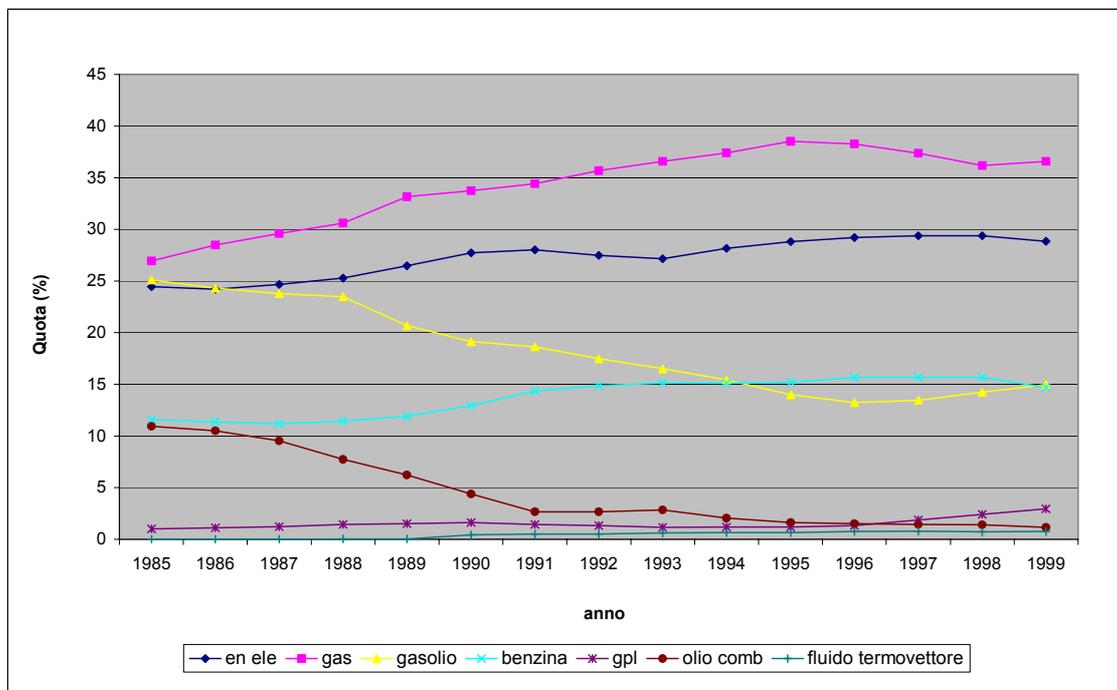


Fig. 2.11 Peso % delle emissioni di ogni singolo vettore sul totale

L'incremento delle emissioni della maggior parte dei vettori energetici coincide con l'incremento dei consumi corrispondenti. Per l'energia elettrica e per il fluido termovettore, invece, le crescite sono diverse, in relazione all'evoluzione dei rispettivi mix di cui sono composti.

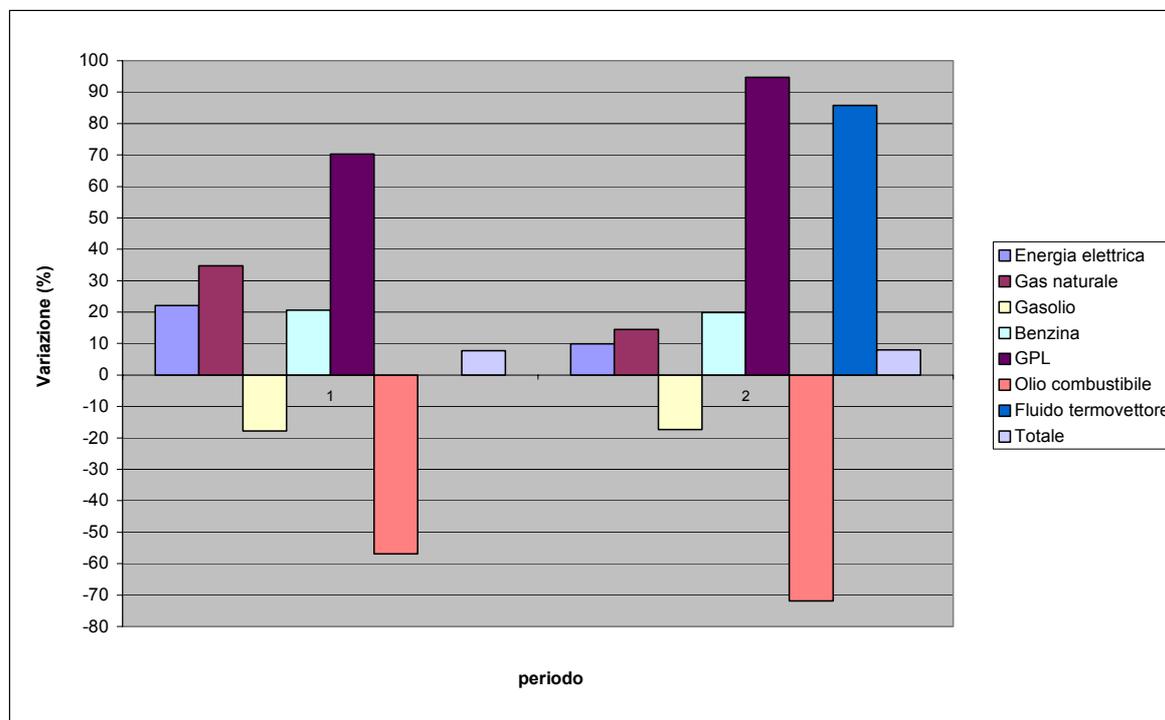


Fig. 2.12 Variazione delle emissioni per vettore energetico

Nel grafico successivo si visualizzano i pesi dei singoli vettori alla variazione complessiva delle emissioni nei due periodi già considerati.

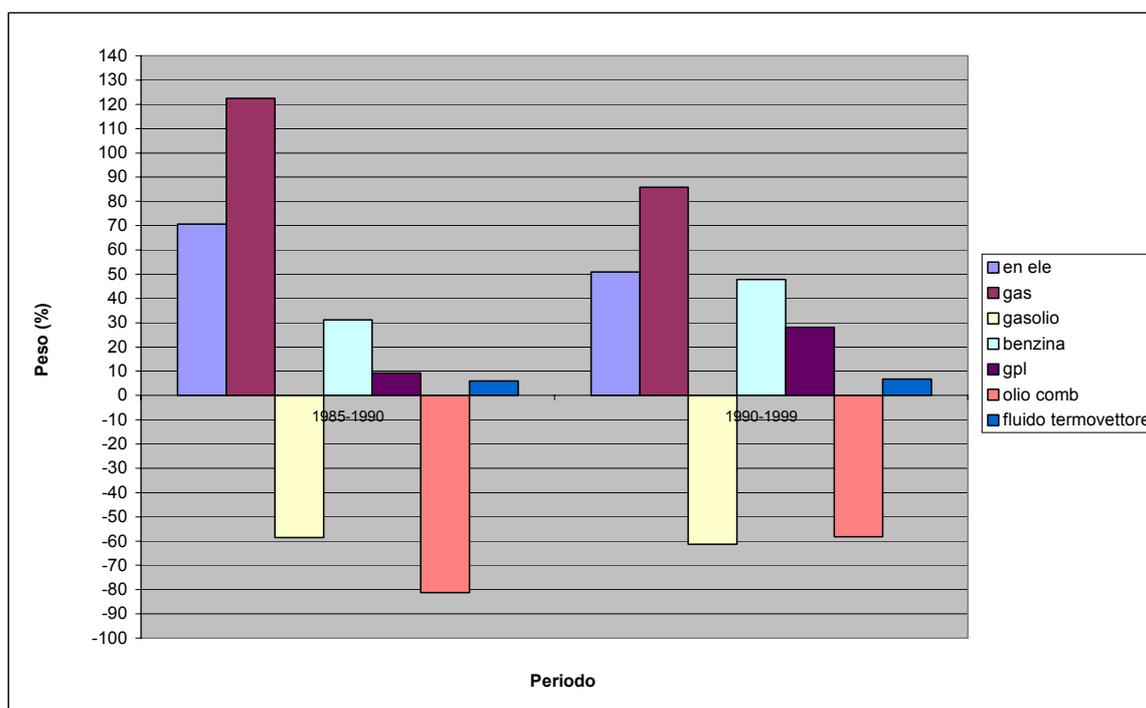


Fig. 2.13 Peso % dei singoli vettori sulla variazione complessiva delle emissioni

2.3.1 Gli usi civili

Nei due grafici successivi si riportano le emissioni nel settore degli usi civili suddivise per tipo (dirette e indirette) e per vettore energetico.

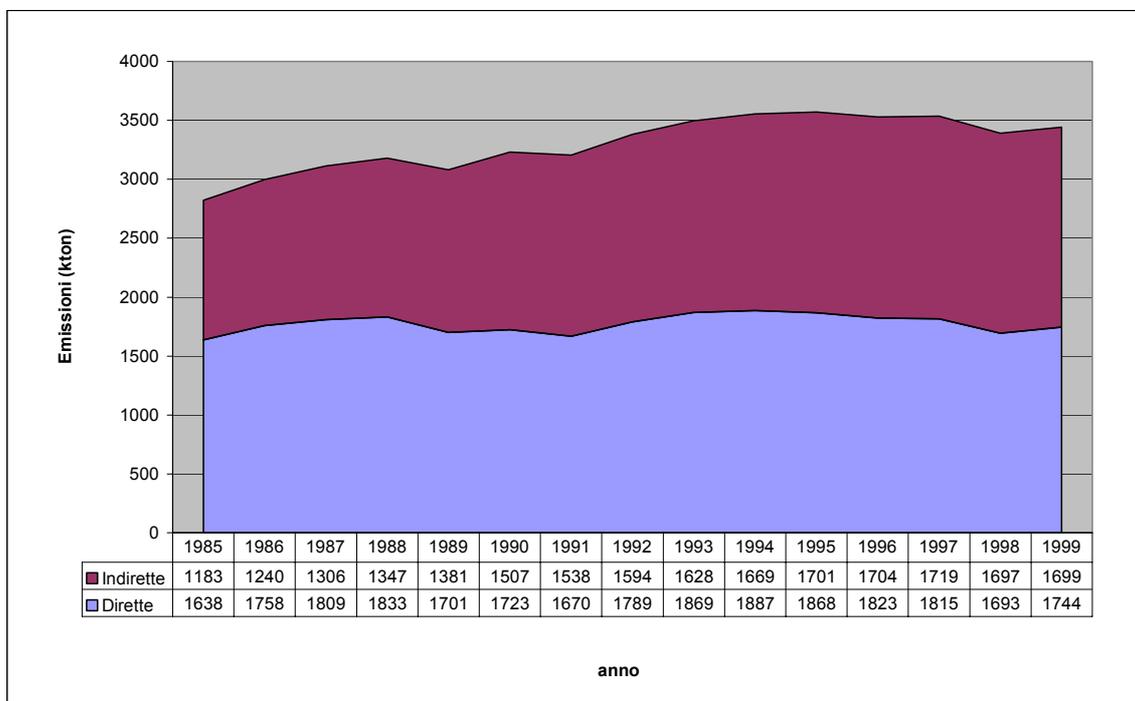


Fig. 2.14 Emissioni dirette ed indirette

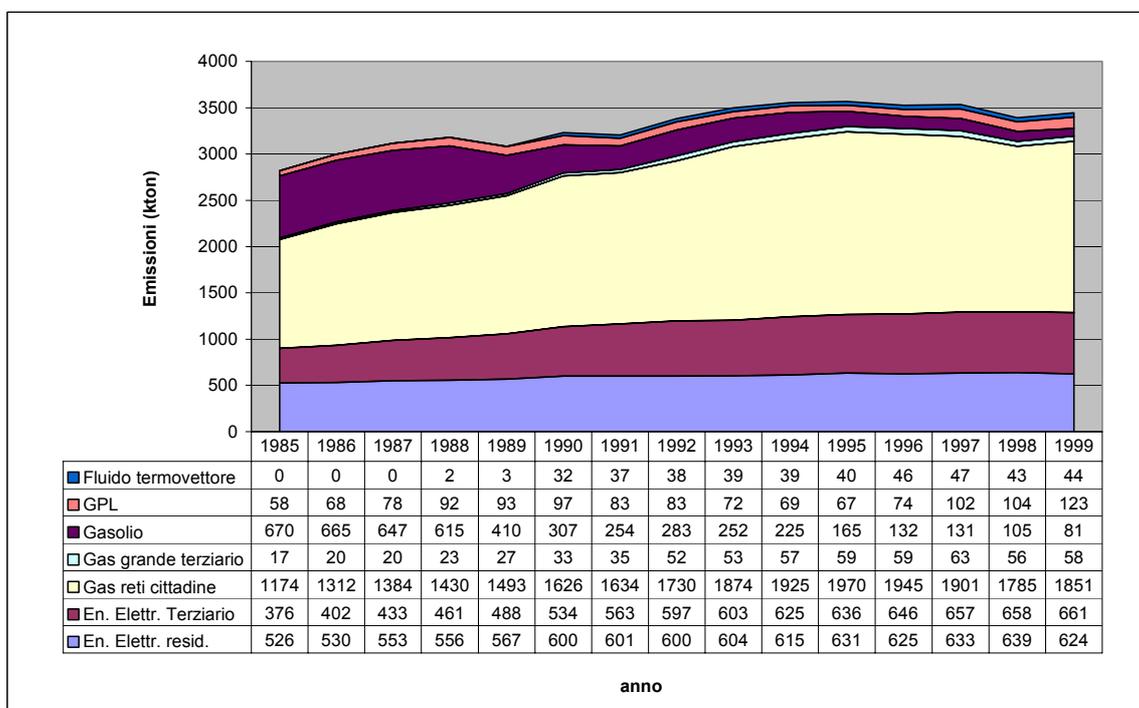


Fig. 2.15 Emissioni per vettore energetico

Benché il gas naturale consumato dalle reti cittadine sia il vettore energetico con il maggior contributo alle emissioni, la quota dell'energia elettrica è in continuo aumento arrivando, nel 1999,

a coprire il 37% del totale. Questo andamento è legato in particolare al rafforzamento del contributo del Terziario, che raggiunge in termini di quota parte il residenziale, superandolo addirittura lievemente negli ultimi anni. Il grafico seguente indica il contributo percentuale di ogni vettore energetico sul totale delle emissioni.

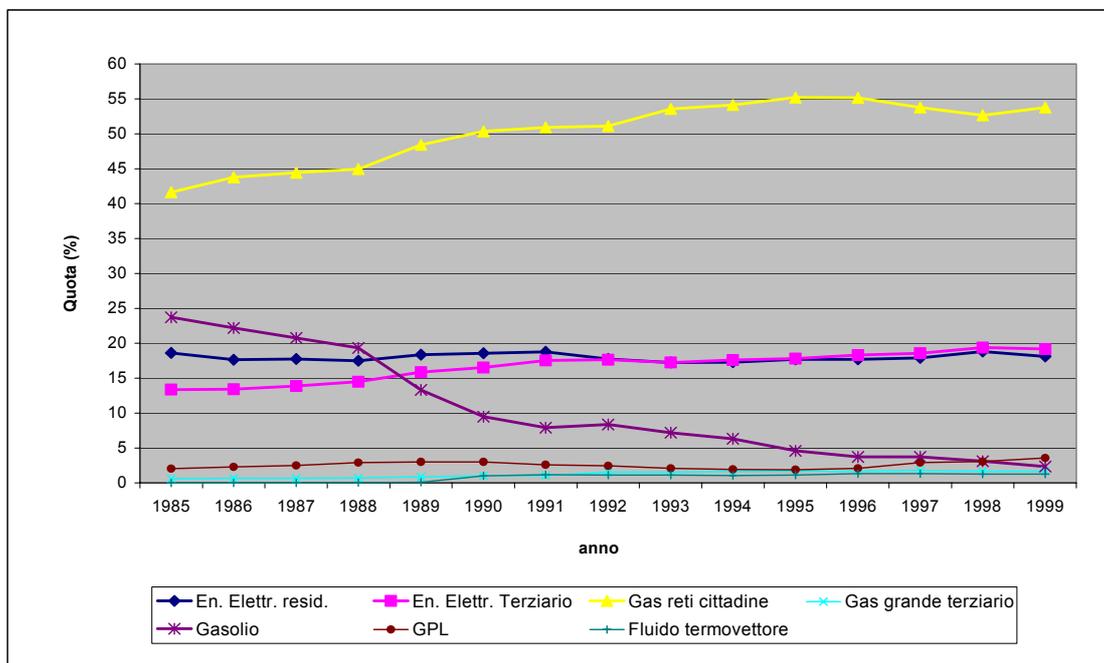


Fig. 2.16 Peso % di ogni singolo vettore sulle emissioni complessive

E' da sottolineare che il valore corrispondente all'energia elettrica risente del fatto che questo settore consuma anche una quota di energia elettrica prodotta localmente e caratterizzata, come già visto, da un livello di emissioni specifiche più basso del mix nazionale.

Nei grafici successivi si indicano le variazioni totali e quelle corrispondenti ai singoli vettori intercorse durante i periodi 1985-'90 e 1990-'99.

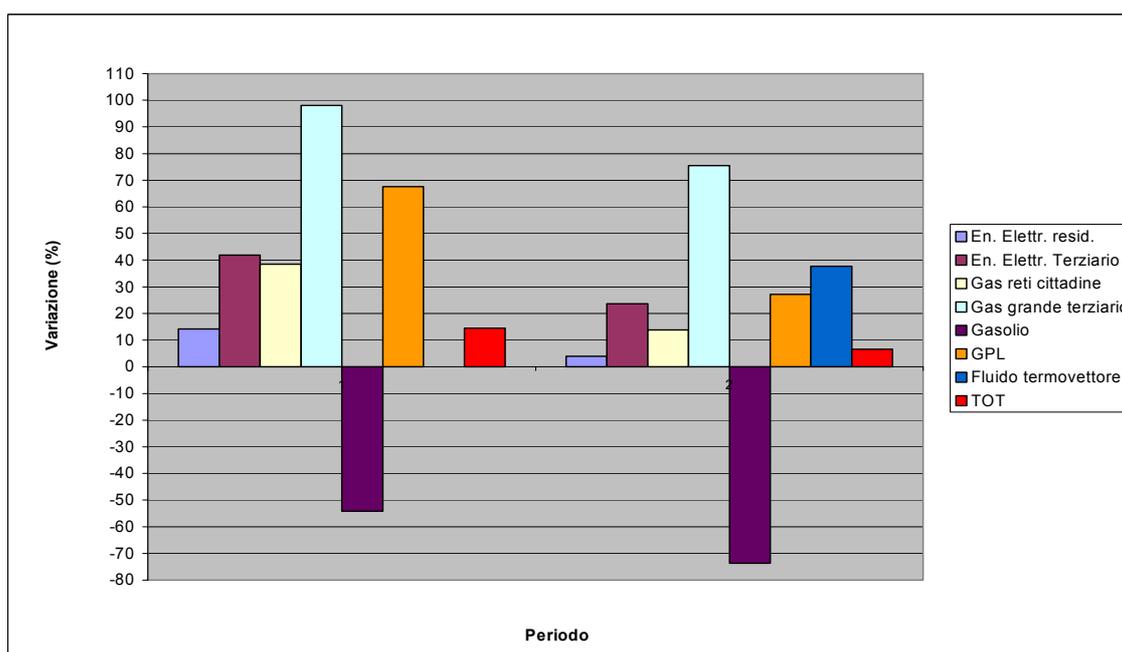


Fig. 2.17 Variazione delle emissioni per vettore energetico

Le emissioni complessive hanno avuto un incremento più sostenuto soprattutto durante il primo periodo. Come indicato nel grafico successivo, dove si riportano i pesi percentuali dei singoli vettori alla variazione delle emissioni complessive, questo incremento è determinato dal gas naturale delle reti cittadine e dell'energia elettrica, mentre in seguito il contributo positivo della energia elettrica del terziario è stato compensato dal decremento legato al gasolio.

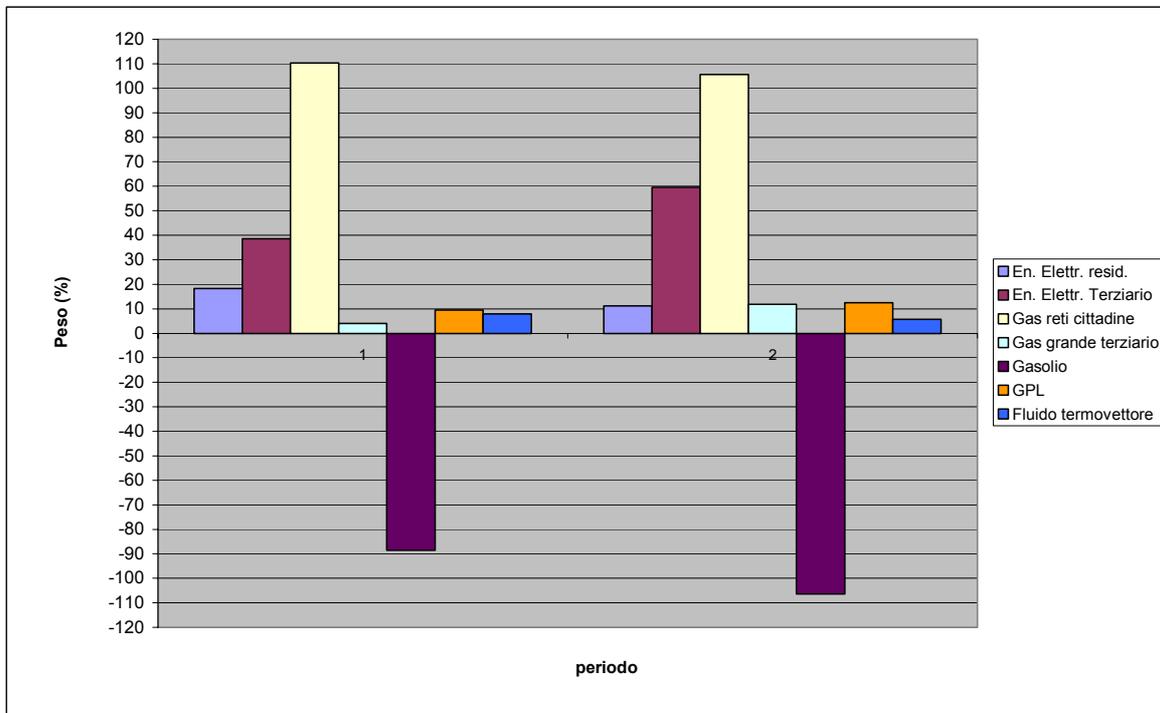


Fig. 2.18 Peso % dei singoli vettori sulle emissioni complessive

Nel grafico successivo si riportano le variazioni percentuali (1985=100) delle emissioni suddivise in termiche ed elettriche. Si nota come l'incremento delle emissioni di tipo termico (gasolio, gas naturale, GPL e fluido termovettore) e delle emissioni di tipo elettrico legate al residenziale sia stato più limitato, mentre spicca la continua crescita per quanto riguarda l'energia elettrica del settore terziario.

Come già accennato nell'analisi dei consumi, questo si deve in parte al fatto che la composizione numerica delle famiglie è leggero calo calo, mentre è in leggero aumento il numero complessivo delle famiglie stesse. Questo implica che i fabbisogni termici non possano diminuire e che il fabbisogno elettrico residenziale sia addirittura in aumento a causa dell'uso sempre più massiccio di nuovi dispositivi. La crescita sostenuta delle emissioni per il fabbisogno elettrico terziario sono imputabili al una sempre maggiore informatizzazione del settore (fenomeno generalmente verificato non solo nella realtà bolognese) e al consolidamento della grande distribuzione soprattutto negli ultimi anni.

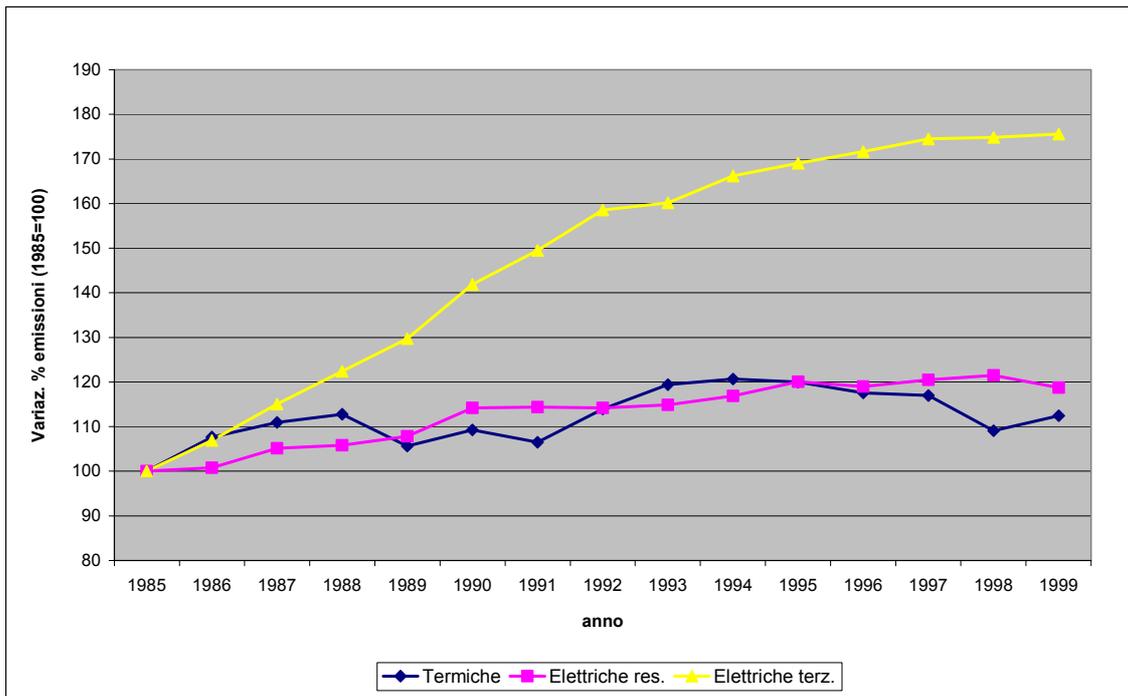


Fig. 2.19 Variazione % delle emissioni termiche ed elettriche

L'effetto di sostituzione del gasolio con il gas naturale e, negli ultimi anni, la penetrazione di un teleriscaldamento più "pulito" hanno fatto sì che le emissioni specifiche (emissioni per unità di energia) nel periodo analizzato abbiano subito una leggera diminuzione. D'altra parte la diminuzione è stata limitata se non annullata dalla sempre maggior influenza relativa dell'energia elettrica che, di per se', tende a far aumentare l'intensità delle emissioni. Si noti, comunque che anche l'energia elettrica consumata è diventata più "pulita" nel corso degli anni, sia per quanto riguarda l'energia importata sia in quanto si è fatto sempre più ricorso all'energia elettrica prodotta localmente che, come già visto, è caratterizzata da un livello di emissioni più basso di quella importata (se nel 1985 il contributo locale era praticamente nullo, nel 1990 era dello 1,1% per raggiungere, nel 1999, la quota del 7%).

2.3.2 Le attività produttive

Analogamente a quanto registrato per i consumi, anche a livello di emissioni si nota una tendenza alla diminuzione, come mostrato nei due grafici seguenti.

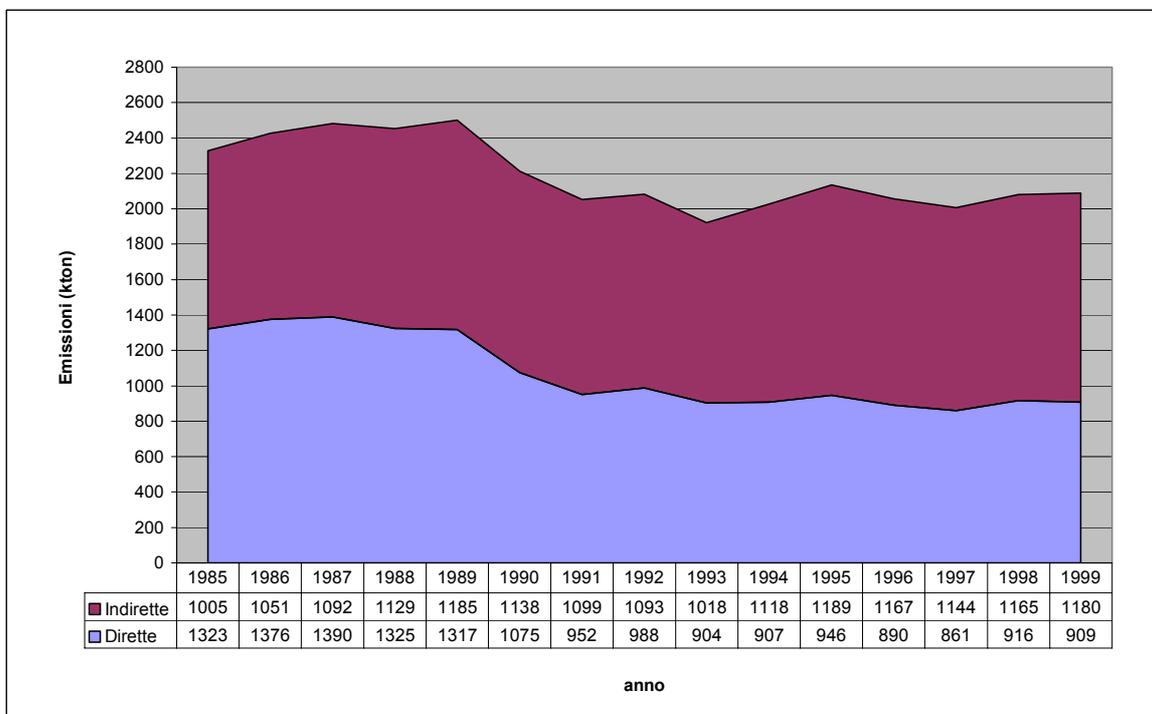


Fig. 2.20 Emissioni dirette ed indirette

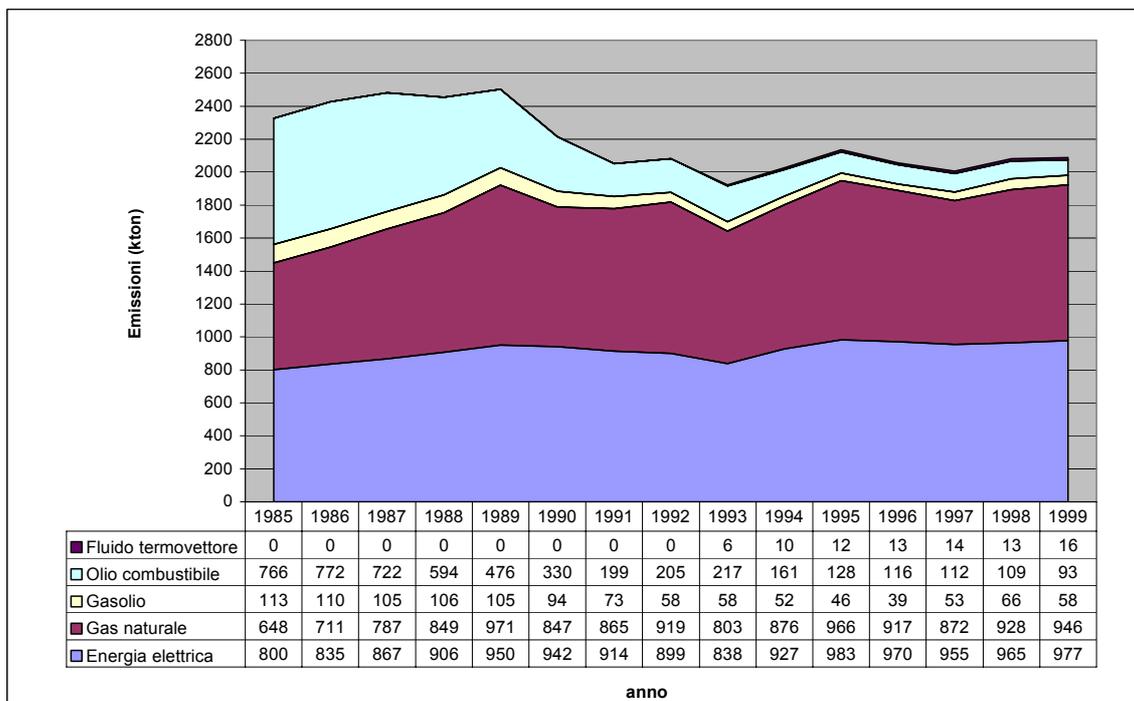


Fig. 2.21 Emissioni per vettore energetico

La sostituzione del gasolio con il gas naturale, che ha caratterizzato il settore civile negli ultimi anni, trova la sua analogia nel settore produttivo con la sostituzione dell'olio combustibile con il gas naturale. A livello di emissioni, ciò si traduce certamente in un maggior contributo del gas naturale a scapito dell'olio combustibile (vedi grafico seguente).

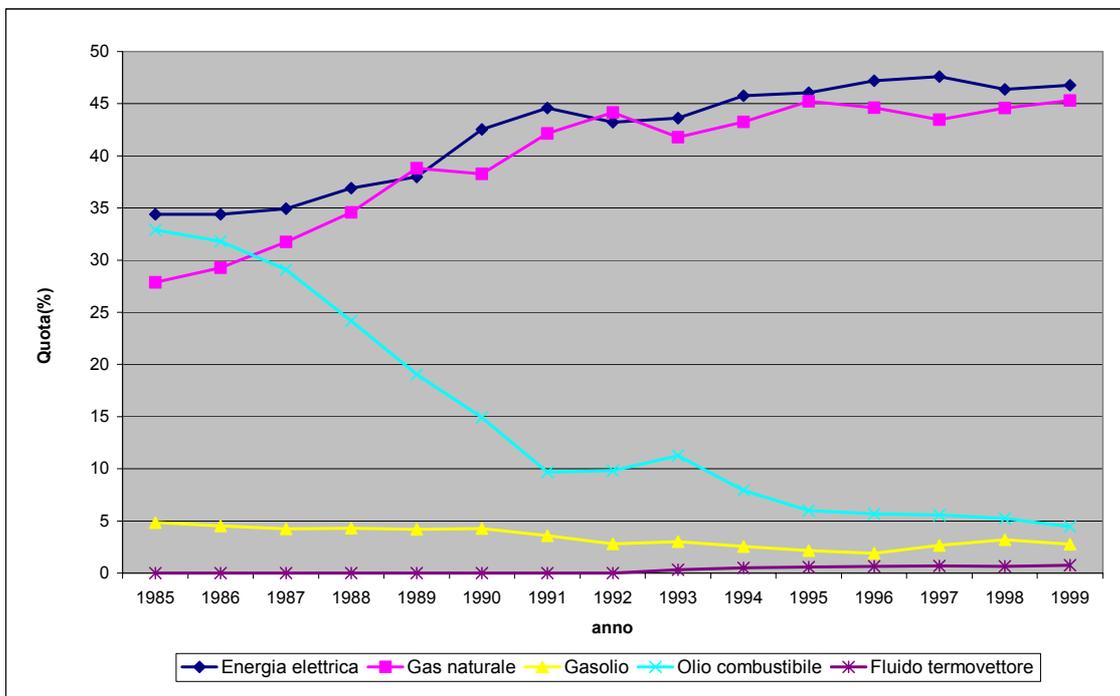


Fig. 2.22 Peso % dei singoli vettori energetici sulle emissioni complessive

I grafici successivi, come al solito, indicano le variazioni delle emissioni dei singoli vettori nei due periodi considerati.

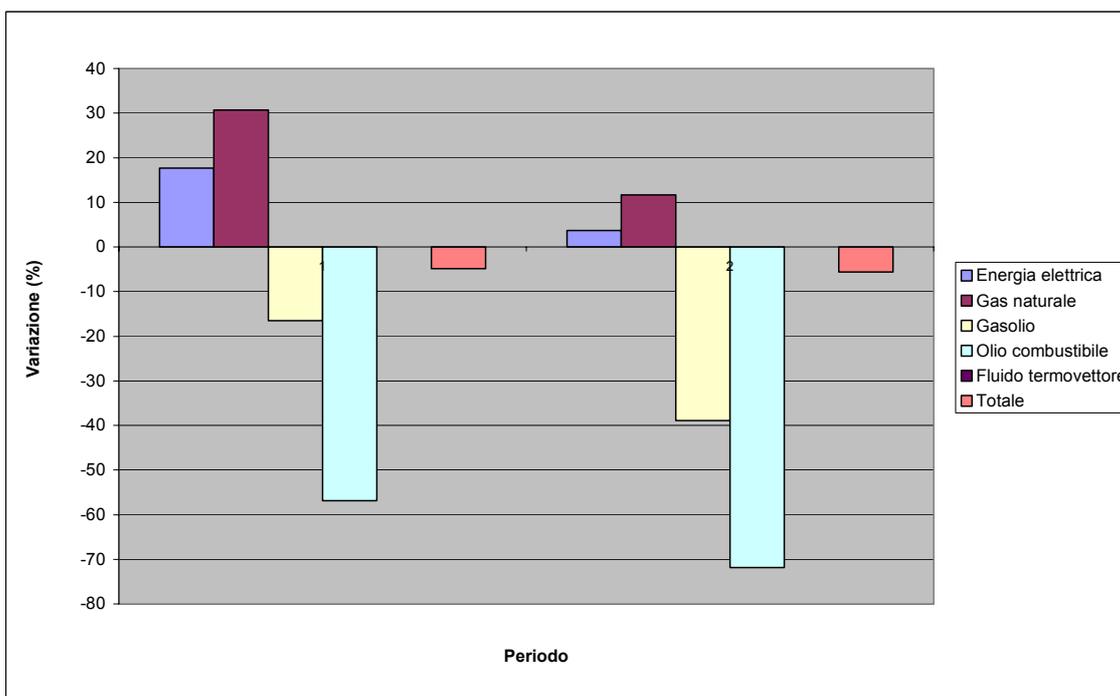


Fig. 2.23 Variazione % delle emissioni per vettore energetico

La riduzione delle emissioni complessive si registra più marcata nel periodo 1990-'99 ed è legata in gran parte all'olio combustibile.

A questo proposito di seguito si riporta il contributo alla variazione complessiva delle emissioni da parte dei singoli vettori energetici.

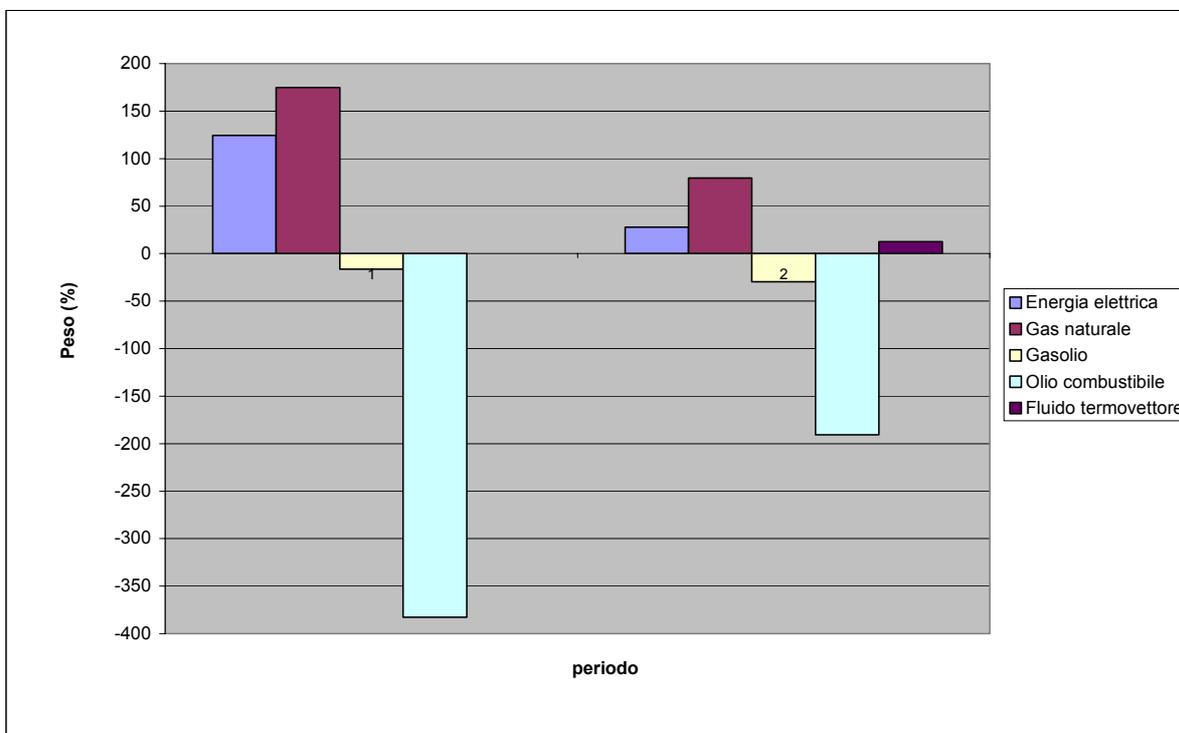


Fig. 2.24 Peso % dei singoli vettori sulla variazione complessiva

E' interessante notare che il settore produttivo è quello che ha visto la maggior riduzione delle emissioni per unità di energia consumata, come riportato nel grafico successivo.

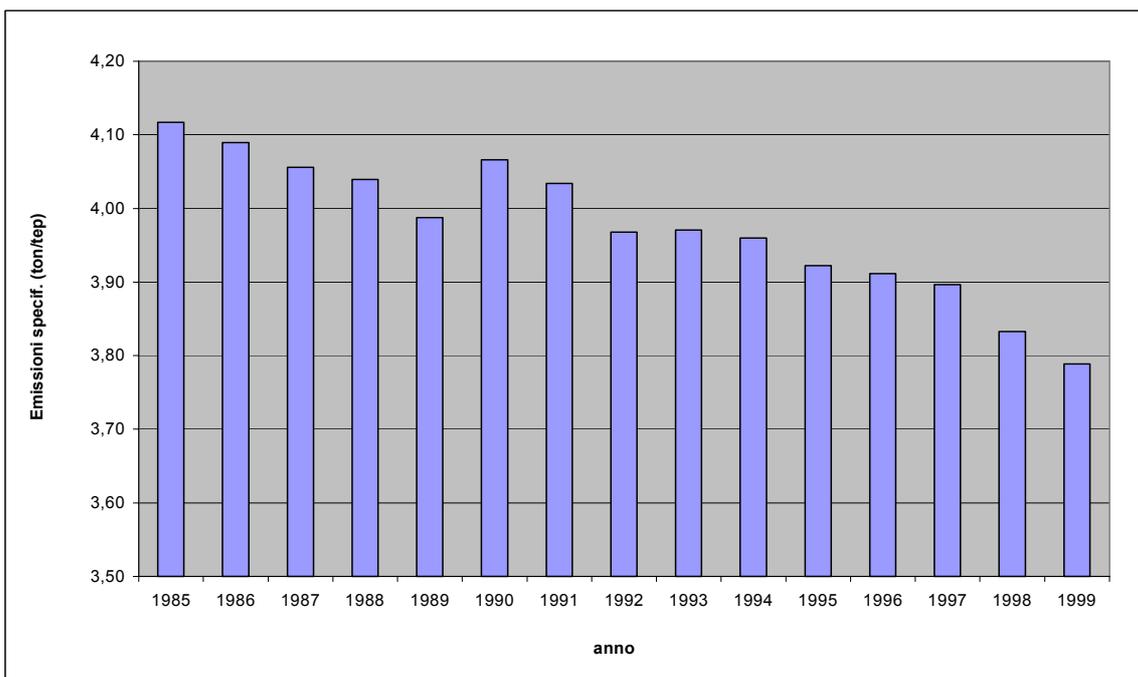


Fig. 2.25 Emissioni per unità di energia

A tale riduzione ha contribuito soprattutto la diminuzione delle emissioni associate al mix dei vettori energetici "termici".

2.3.3 I trasporti

Il settore dei trasporti è caratterizzato dal predominio delle emissioni dirette, a causa del limitato uso di energia elettrica.

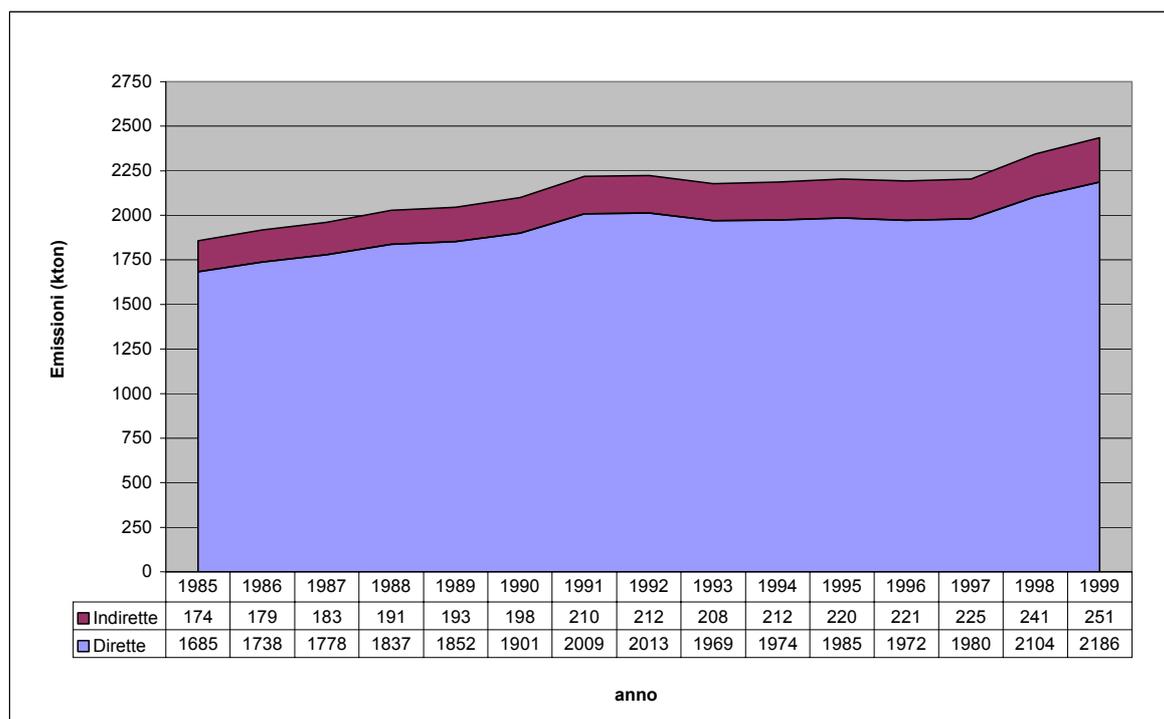


Fig. 2.26 Emissioni dirette ed indirette

Le emissioni crescono rispetto al 1985 in maniera lenta e costante sino ai primi anni '90; conoscono poi un periodo di relativa stazionarietà per poi subire un significativo incremento negli ultimi tre anni.

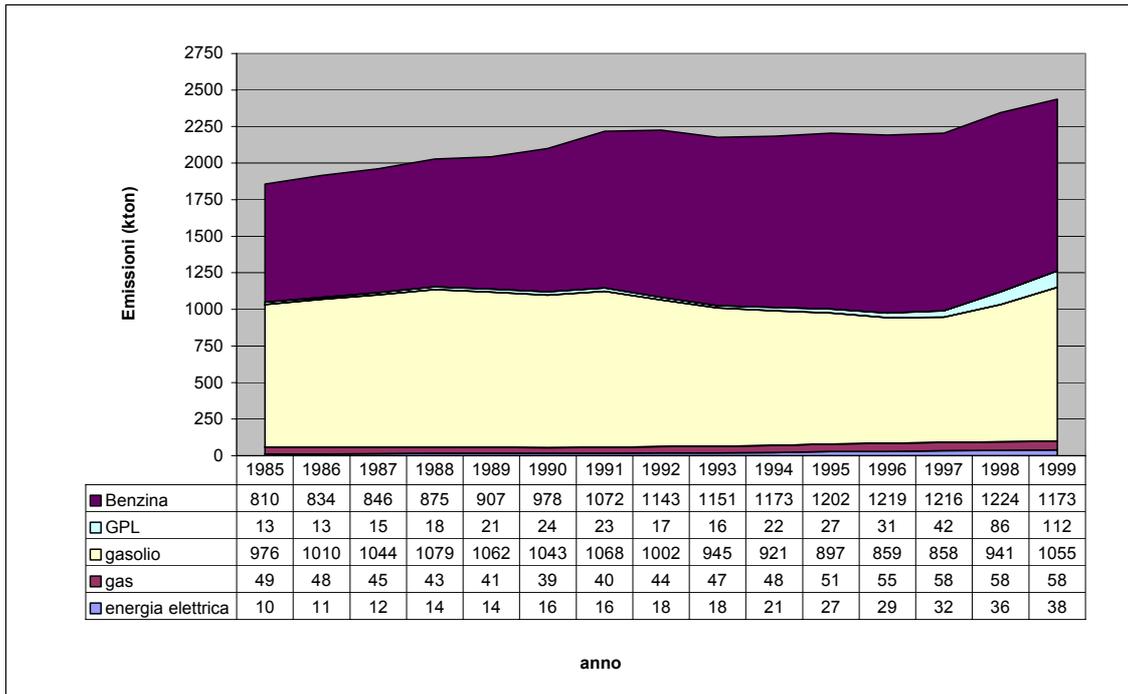


Fig. 2.27 Emissioni per vettore energetico

Il contributo principale è dalla benzina e dal gasolio, come indicato di seguito. Mentre sino ai primi anni '90 è il gasolio a fornire il contributo maggiore in termini di emissioni, il periodo successivo vede la benzina come vettore dominante. Negli ultimi anni le quote dei due vettori tendono però a riallinearsi. Tale fenomeno è in parte legato all'aumento dei consumi di GPL e relative emissioni per l'attivazione di politiche di incentivo riguardanti tale vettore per autotrazione.

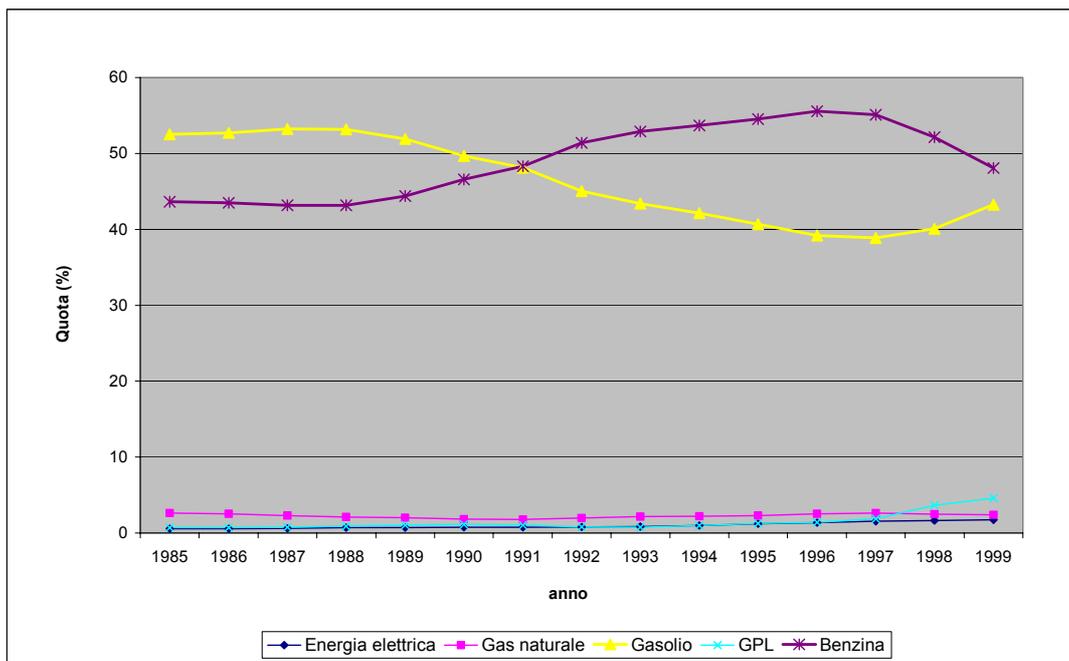


Fig. 2.28 Peso % dei singoli vettori sulle emissioni complessive

Nel grafico successivo vengono riportate le variazioni percentuali delle emissioni dei vari vettori nei periodi 1985-'90 e 1990-'99.

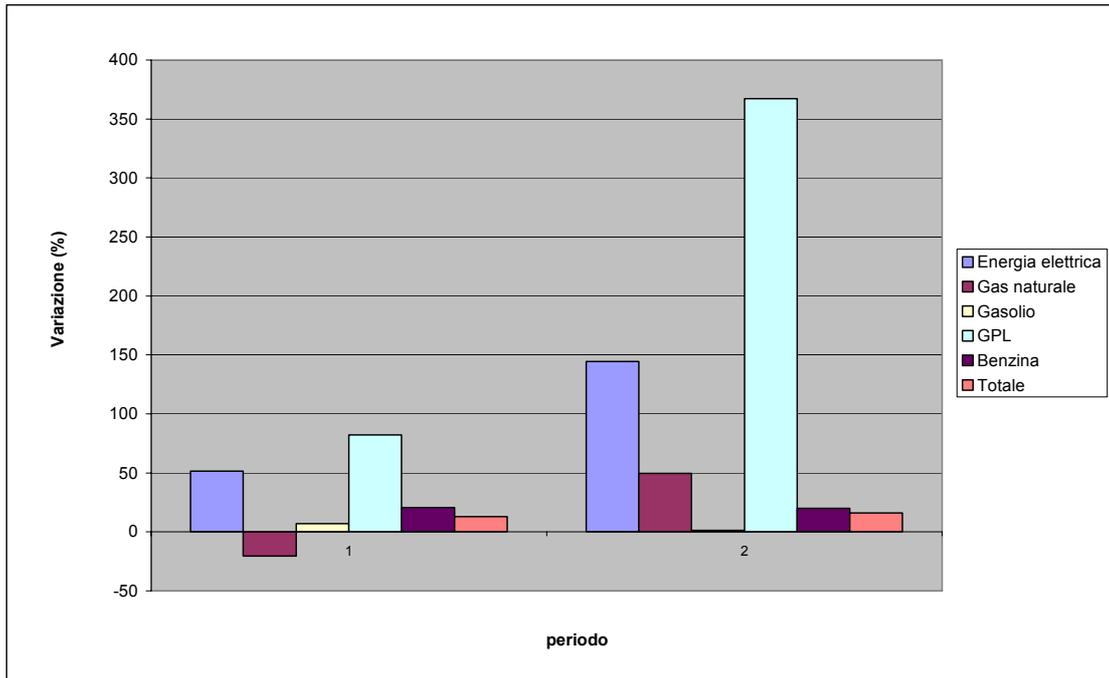


Fig. 2.29 Variazione % delle emissioni per vettore

Anche le variazioni delle emissioni complessive, oltre alle emissioni stesse, sono dominate dagli andamenti della benzina come risulta chiaramente dal seguente grafico.

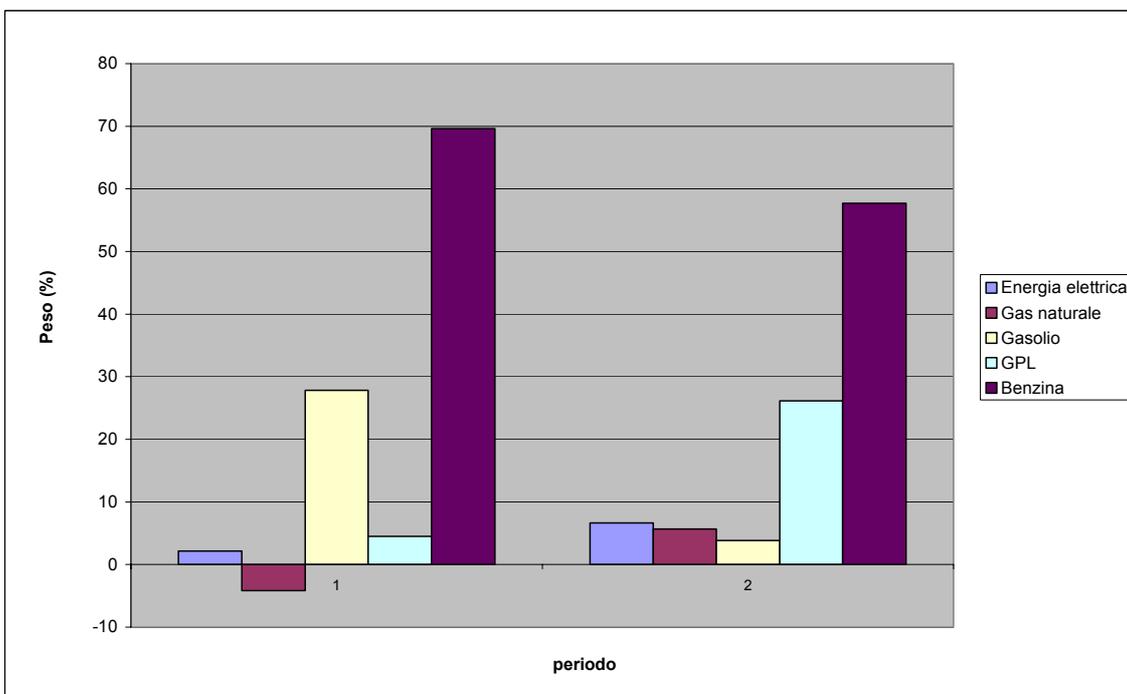


Fig. 2.30 Peso % dei singoli vettori alla variazione complessiva delle emissioni

Per omogeneità con le descrizioni degli altri settori, riportiamo l'andamento delle emissioni specifiche, benché sia evidente che i vincoli sui vettori energetici utilizzati non abbiano lasciato spazio a variazioni degne di nota.

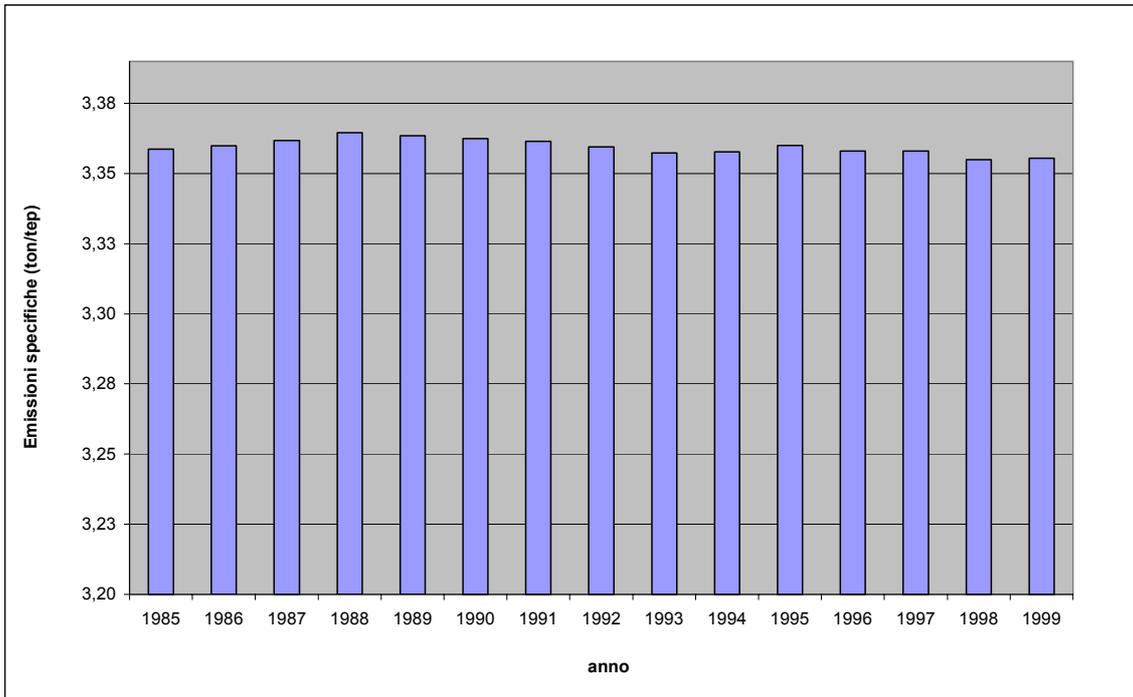


Fig. 2.31 Emissioni specifiche