

# Piano Energetico Comunale della Spezia

## IL BILANCIO DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> E DEI PRINCIPALI AGENTI INQUINANTI

Codice	AI-C5-08E084-09-02
Versione	02
Committente	Comune della Spezia
Stato del documento	Bozza
Autore	f. Iodice, r. Pasinetti
Revisione	r. Pasinetti
Approvazione	

Settembre 2009



## Sommario

1	PRemessa metodologica .....	4
1.1	I fattori di emissione al consumo della CO <sub>2</sub> .....	5
1.1.1	I prodotti petroliferi .....	5
1.1.2	Il gas naturale .....	5
1.1.3	L'energia elettrica .....	5
1.2	Le emissioni di altri inquinanti .....	6
2	Il bilancio delle emissioni di CO <sub>2</sub> .....	9
2.1	Considerazioni generali .....	9
2.2	Il settore residenziale .....	13
2.3	Il settore terziario .....	15
2.4	Il settore produttivo .....	16
2.5	Il settore trasporti .....	18
2.6	La produzione termoelettrica locale .....	20
3	LE emissioni di altri inquinanti .....	22
3.1	Considerazioni generali .....	22
3.2	Le emissioni di altri inquinanti legate alla produzione elettrica locale .....	23
3.3	Le emissioni di altri inquinanti legate ai processi di combustione locali .....	27
3.3.1	Le emissioni di monossido di carbonio (CO) .....	27
3.3.2	Le emissioni di ossidi di azoto (NOX) .....	28
3.3.3	Le emissioni di particolato (PM) .....	30
3.3.4	Le emissioni di composti organici volatili (COVNM) .....	31
3.3.5	Le emissioni di ossidi di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	33
3.3.6	Le emissioni di CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , PM e COV nel settore trasporti .....	35
4	La valutazione delle emissioni di CO <sub>2</sub> nello scenario obiettivo .....	36

## 1 PREMESSA METODOLOGICA

Questo documento si pone l'obiettivo di valutare i livelli di emissione di CO<sub>2</sub> e dei principali agenti inquinanti nel corso degli anni già analizzati nel documento di Bilancio (1990 - 2007) e simulare, per la sola CO<sub>2</sub>, l'evoluzione delle emissioni al 2020 nello scenario obiettivo descritto nel Documento relativo al Piano d'azione. L'analisi dello scenario obiettivo prevede anche la declinazione della quota di CO<sub>2</sub> risparmiata grazie all'applicazione delle specifiche politiche di efficienza e risparmio energetico di livello comunale descritte nelle schede del Piano d'azione e dettagliate, in termini di emissioni, nelle schede riportate al capitolo 4 di questo documento.

I gas di serra che derivano dai processi energetici sono essenzialmente l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) il metano (CH<sub>4</sub>) ed il protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O). In questa analisi si considerano solo le emissioni di anidride carbonica. Il contributo della CO<sub>2</sub> alle emissioni complessive di gas di serra, infatti, è di circa il 95%.

Per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute all'utilizzo dei vari vettori energetici, è necessario considerare degli opportuni coefficienti di emissione specifica corrispondenti ai singoli vettori energetici utilizzati. Il prodotto fra tali coefficienti ed i consumi legati al singolo vettore energetico permette la stima delle emissioni.

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

Analogamente a quanto fatto per le emissioni di CO<sub>2</sub>, in una seconda parte dell'analisi contenuta in questo documento, sarà quantificato l'impatto che le attività collegate al sistema energetico hanno sull'ambiente, in particolare per quanto riguarda le emissioni in atmosfera di sostanze inquinanti.

Sono state fatte delle stime riguardanti le emissioni in atmosfera delle seguenti sostanze:

- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);
- ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- composti organici volatili non metanici (COVNM);
- monossido di carbonio (CO);
- particolato fine (PM).

Le stime hanno mosso dai vari bilanci energetici comunali ricavati per i vari anni, associando ad ogni fonte energetica consumata e per ogni sostanza presa in esame degli opportuni coefficienti di emissione specifica. In questo modo si sono potuti ricostruire gli andamenti delle emissioni in serie storica.

## 1.1 I fattori di emissione al consumo della CO<sub>2</sub>

### 1.1.1 I prodotti petroliferi

Le emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti ai prodotti petroliferi considerati in questa sede sono riportate nelle tabelle seguenti, ripartite tra sorgenti fisse e sorgenti mobili, espresse in grammi per TJ di combustibile consumato. Le emissioni specifiche considerate sono quelle relative al consumo e includono la combustione.

Per quanto riguarda le sorgenti mobili, i valori di CO<sub>2</sub> riportati rappresentano il valore medio derivante dai valori specifici relativi al parco autoveicoli circolanti (ripartito secondo le categorie COPERT).

Vettore energetico	Sorgenti fisse [kg di CO <sub>2</sub> / TJ]	Sorgenti mobili [kg di CO <sub>2</sub> / TJ]
<b>Gasolio</b>	74.000	74.000
<b>GPL</b>	62.392	67.000
<b>Olio combustibile</b>	76.593	
<b>Benzina</b>		72.000

Tabella 1.1.1 Elaborazione Ambiente Italia

### 1.1.2 Il gas naturale

Le emissioni di CO<sub>2</sub> corrispondenti al gas naturale sono riportate nella tabella a seguire. Come per i prodotti petroliferi, le emissioni considerate sono quelle relative al consumo e includono la combustione finale.

Vettore energetico	Sorgenti fisse [kg di CO <sub>2</sub> / TJ]	Sorgenti mobili [kg di CO <sub>2</sub> / TJ]
<b>Gas naturale</b>	55.820	55.820

Tabella 1.1.2 Elaborazione Ambiente Italia

### 1.1.3 L'energia elettrica

Per quanto riguarda la destinazione dell'energia elettrica prodotta localmente dalla Centrale Enel "Eugenio Montale", si è assunto in prima approssimazione, che essa entri nella rete nazionale e vada a far parte quindi del mix elettrico nazionale.

Per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute ai consumi di energia elettrica sul territorio, si utilizzeranno pertanto i coefficienti specifici relativi al mix elettrico nazionale così come riportati nel grafico seguente, articolati fra i singoli anni compresi fra 1990 e 2007 in base alle quote specifiche di vettori energetici fossili utilizzati per la produzione elettrica e alle quote di rinnovabili, parte del mix elettrico nazionale.

Andamento del fattore di emissione della CO<sub>2</sub> nel corso degli anni

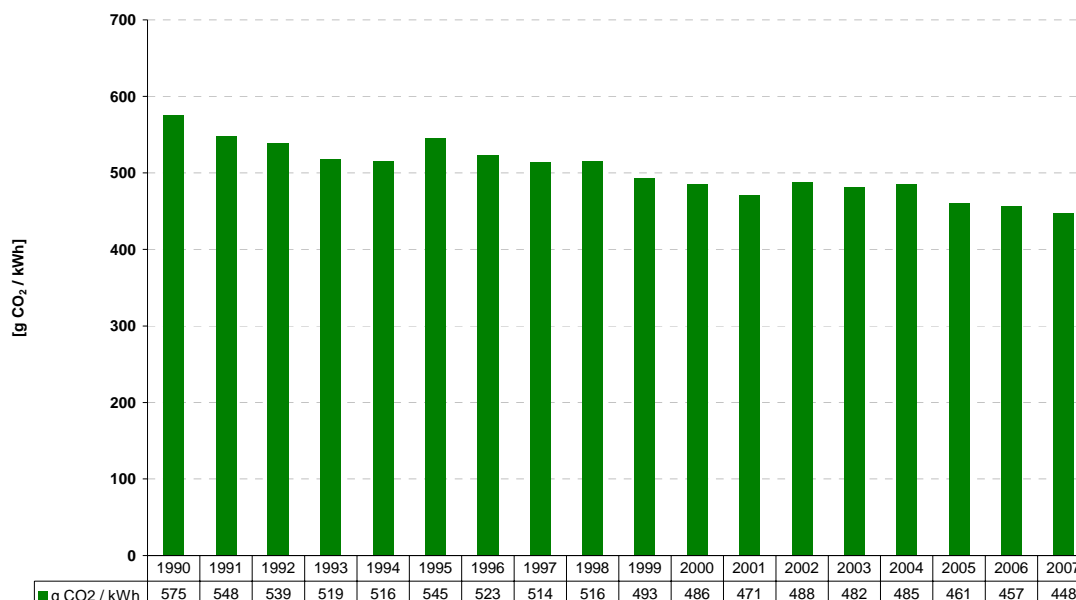


Grafico 1.1.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati mix elettrico nazionale

È interessante notare come il cambio dei combustibili utilizzati (soprattutto l'aumento della quota di metano rispetto all'olio combustibile) e l'aumento dell'efficienza media del parco delle centrali di trasformazione abbiano portato ad una significativa riduzione delle emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> pari a circa il 15%.

## 1.2 Le emissioni di altri inquinanti

Per le valutazioni delle emissioni di altri inquinanti, nel territorio analizzato, sono stati utilizzati i valori riportati nelle tabelle seguenti. In particolare, per i vettori gasolio, gas metano e GPL sono stati utilizzati i fattori di emissione al consumo catalogati nel "Manuale dei fattori di emissione nazionali" dell'ANPA CTN - ACE Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria, che in parte si basa su quanto indicato nella Guida Europea "Atmospheric Emission Inventory guide book" (EMEP/CORINAIR) ed in parte su dati IPCC ed EPA (Environmental Protection Agency) nei casi in cui non fossero presenti riferimenti europei.

(kg/GJ)	Gasolio	Gas Naturale	GPL
CO	0,02	0,025	0,01
NO <sub>x</sub>	0,05	0,05	0,05
PM <sub>10</sub>	0,001	0,0001	0,0002
COVNM	0,003	0,005	0,002
SO <sub>2</sub>	0,094	0	0

Tabella 1.2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ANPA CTN - ACE

Riguardo le fonti mobili di emissione, per CO, NO<sub>x</sub>, PM e COVNM è stato implementato il modello di calcolo dei flussi di traffico già utilizzato per la valutazione dei consumi nel documento di Bilancio energetico, applicando, alla specifica velocità media di percorrenza, lo specifico fattore di emissione. In particolare di seguito si riassume, alle singole velocità, i valori considerati pesati sulle varie cilindrato e sui vari vettori di alimentazione del parco veicolare spezzino.

(km/h media)	CO [g/veicolo*km]	NO <sub>x</sub> [g/veicolo*km]	PM [g/veicolo*km]	COVNM [g/veicolo*km]
10	3,45	0,57	0,028	0,42
20	1,95	0,48	0,015	0,26
30	1,41	0,43	0,013	0,19
40	1,14	0,40	0,012	0,16
50	0,98	0,39	0,011	0,13

Tabella 1.2.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati COPERT IV e ACI

Solo per la SO<sub>2</sub> è stata effettuata una valutazione in serie storica, considerando il tenore di zolfo dei carburanti. Si precisa che i riferimenti considerati per la valutazione dei tenori di zolfo dei carburanti per autotrazione sono le Direttive europee. A partire dal 2000 si è intesa vigente a livello nazionale la “Direttiva 98/70/CE del 13 ottobre 1998 relativa alla qualità della benzina e del combustibile diesel e recante modificazione della direttiva 93/12/CEE del Consiglio”; negli Allegati I-IV alla Direttiva sono introdotti i valori limite di riferimento per specifico combustibile. La normativa di riferimento resta invariata fino all’anno in corso (2009) in cui viene introdotta la “Direttiva 2009/30/CE del 23 aprile 2009 che modifica la direttiva 98/70/CE per quanto riguarda le specifiche relative a benzina, combustibile diesel e gasolio nonché l’introduzione di un meccanismo inteso a controllare e ridurre le emissioni di gas ad effetto serra, modifica la direttiva 1999/32/CE del Consiglio per quanto concerne le specifiche relative al combustibile utilizzato dalle navi adibite alla navigazione interna e abroga la direttiva 93/12/CE”. L’applicazione della recente direttiva è fissata a partire dal 1° gennaio 2011.

Di seguito si sintetizzano i fattori di emissione di SO<sub>2</sub> utilizzati nelle valutazioni per benzina e gasolio per autotrazione.

Anno	Benzina [g SO <sub>2</sub> /kg]	Gasolio [g SO <sub>2</sub> /kg]	Anno	Benzina [g SO <sub>2</sub> /kg]	Gasolio [g SO <sub>2</sub> /kg]
1990	0,8	4	1999	0,8	1
1991	0,8	4	2000	0,1	0,6
1992	0,8	4	2001	0,1	0,6
1993	0,8	4	2002	0,1	0,6
1994	0,8	4	2003	0,1	0,6
1995	0,8	4	2004	0,1	0,6
1996	0,8	4	2005	0,1	0,6
1997	0,8	1	2006	0,1	0,6
1998	0,8	1	2007	0,1	0,6

Tabella 1.2.3 Elaborazione Ambiente Italia

Per quanto riguarda, invece, l’energia elettrica, in questo documento si assume come incidente sul contesto territoriale comunale esclusivamente l’emissione locale di altri inquinanti dovuti alla produzione elettrica. In questo senso, i dati considerati faranno

riferimento alle emissioni di altri inquinanti della Centrale Termoelettrica "Eugenio Montale".



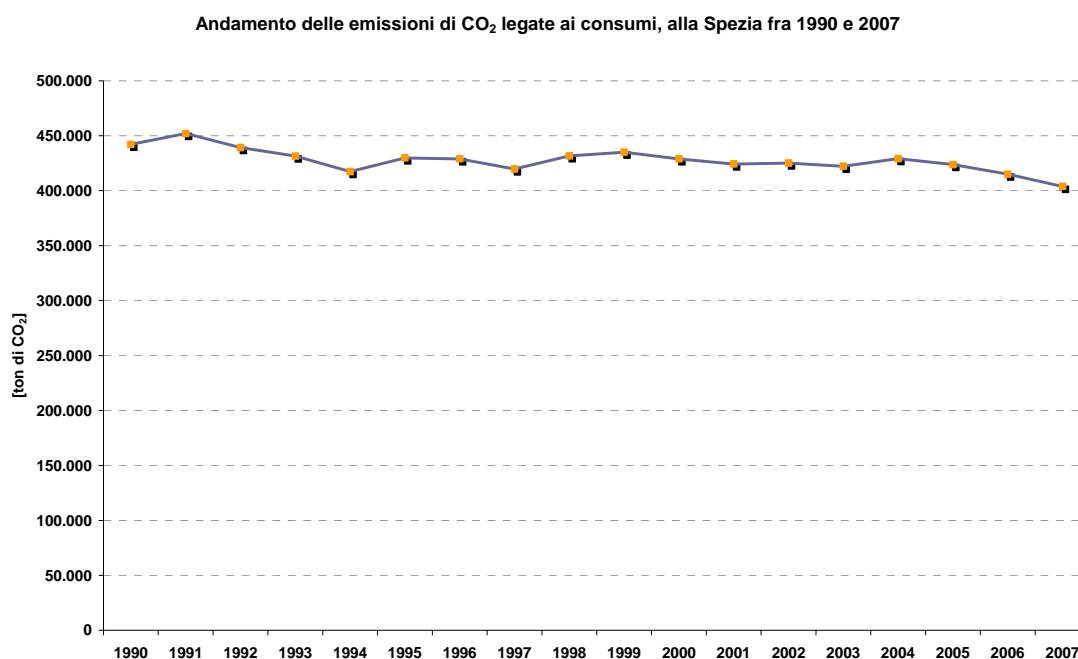
## 2 IL BILANCIO DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>

### 2.1 Considerazioni generali

Sebbene nel corso del ventennio descritto in bilancio, complessivamente i consumi non subiscano notevoli variazioni, da un punto di vista di emissioni di CO<sub>2</sub> si delinea una situazione più interessante. Infatti, se nel 1990 si attestavano complessivamente poco più di 440 kton di CO<sub>2</sub>, questo valore, gradualmente tende a scendere, raggiungendo le circa 400 kton nel 2007.

Il Grafico 2.1.1, riportato di seguito, mostra l'andamento descritto. Non si tratta di una variazione notevole, percentualmente è pari al -8,6% rispetto a quanto attestato nel primo anno di bilancio, ma denota un'interessante modifica del mix dei vettori energetici utilizzati a livello comunale.

Si precisa che nel dato descritto dal Grafico 2.1.1 non è inclusa la quota di emissioni legate alla produzione energetica della Centrale "Eugenio Montale" analizzata in un capitolo a sé e che risulta pari a circa 10 volte il livello di emissioni complessivo comunale.



**Grafico 2.1.1** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

La rappresentazione del livello di emissioni di CO<sub>2</sub> attribuibile al singolo vettore energetico parte del mix energetico locale è contenuta nel Grafico 2.1.2 seguente. Ad eccezione del gas naturale e del gasolio, risultano in decrescita i livelli di emissione di tutti gli altri vettori energetici computati in bilancio.

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo, alla Spezia fra 1990 e 2007 per vettore energetico

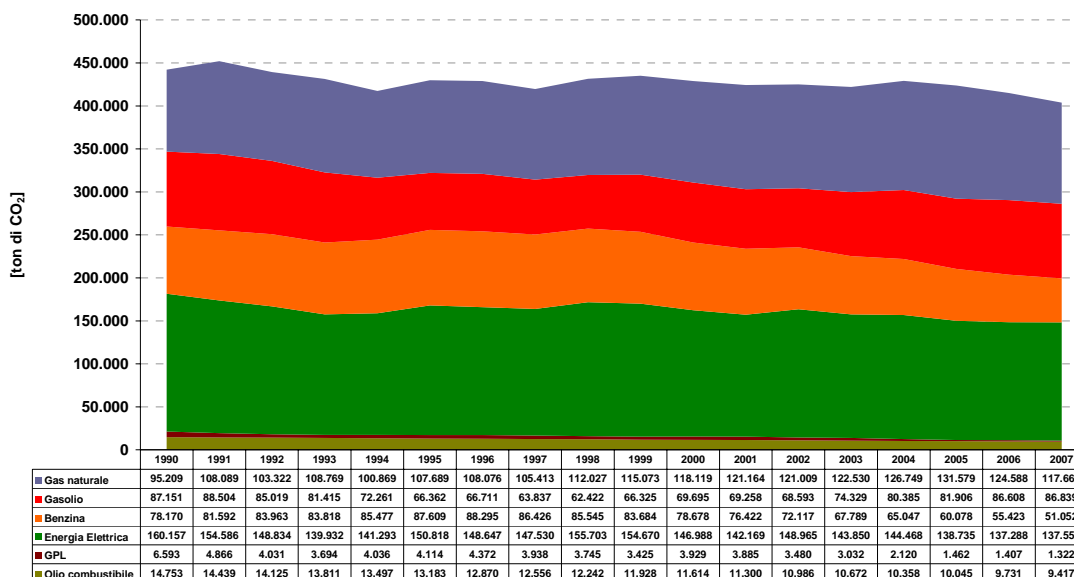


Grafico 2.1.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

In particolare si calcola:

- un incremento del 23% delle emissioni di CO<sub>2</sub> da gas naturale (+ 22,4 kton) ascrivibile all'incremento dei consumi di questo vettore energetico nel corso degli anni;
- una situazione di parità, rispetto al 1990, riguardo le emissioni di CO<sub>2</sub> da gasolio (- 311 ton circa) legata da un lato alla decrescita dei consumi attribuibili alla climatizzazione invernale degli edifici e dall'altro alla corrispondente crescita delle vendite di gasolio per autotrazione, incrementato nel corso degli ultimi anni a causa della notevole sostituzione locale di autoveicoli a benzina con autoveicoli diesel (l'evoluzione del parco veicolare è descritta nel documento di bilancio);
- una decrescita del 36% circa delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'olio combustibile (- 5,3 kton) che lentamente scompare come vettore utilizzato per l'alimentazione degli impianti di climatizzazione invernale negli edifici, sostituito dal gas naturale;
- una decrescita del 34% circa delle emissioni di CO<sub>2</sub> da benzina per autotrazione (-27,1 kton) che, come già detto, da un lato tende ad essere sostituita, a livello locale, dal gasolio e dall'altro si segna negli anni una decrescita dei consumi ascrivibile alla riduzione della popolazione spezzina;
- una decrescita del 14% circa delle emissioni di CO<sub>2</sub> ascrivibili agli usi elettrici (- 22,6 kton), principalmente a fronte della variazione, già descritta nel capitolo precedente, del mix elettrico nazionale e dell'introduzione delle rinnovabili nello stesso;
- e infine una notevole decrescita delle emissioni da GPL, pari al -80% (- 5,2 kton), dovuta alla riduzione dei consumi attribuibili a questo vettore. In quest'ultimo

caso, sebbene percentualmente il valore di riduzione sia notevole, questo vettore pesa pochissimo sul bilancio energetico comunale complessivo.

Il Grafico 2.1.3, invece, disaggrega per settore di attività economica le emissioni locali di CO<sub>2</sub>.

Risultano decrescenti nel corso degli anni le emissioni attestata nei settori:

- residenziale,
- industriale
- e trasportistico.

Si attestano invece in crescita i settori:

- agricolo (anche se irrilevante sul bilancio complessivo)
- e terziario.

Analisi di maggior dettaglio sono riportate nei paragrafi seguenti dedicati al singolo settore.

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007 per settori di attività

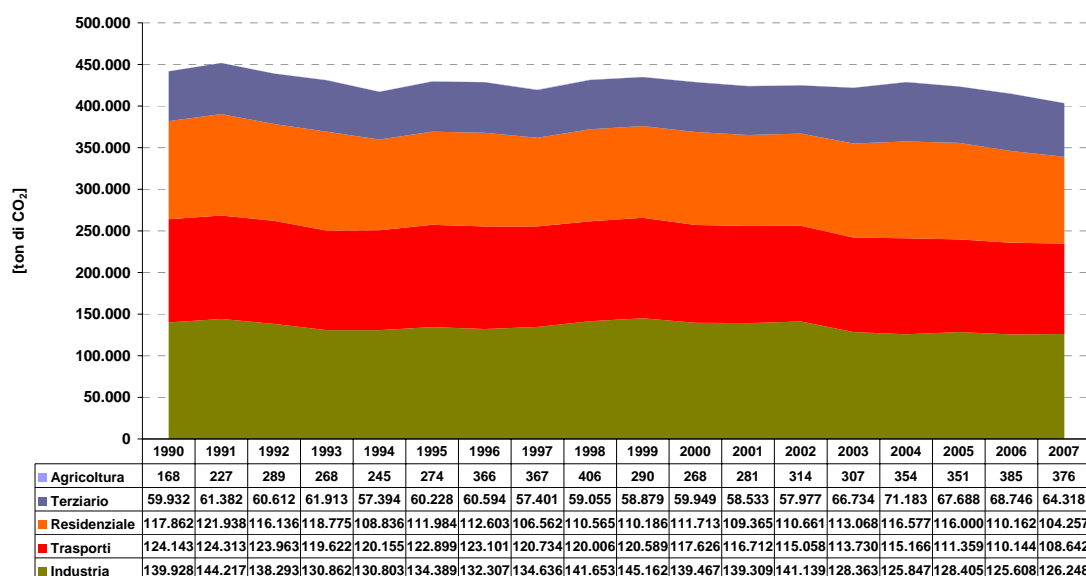
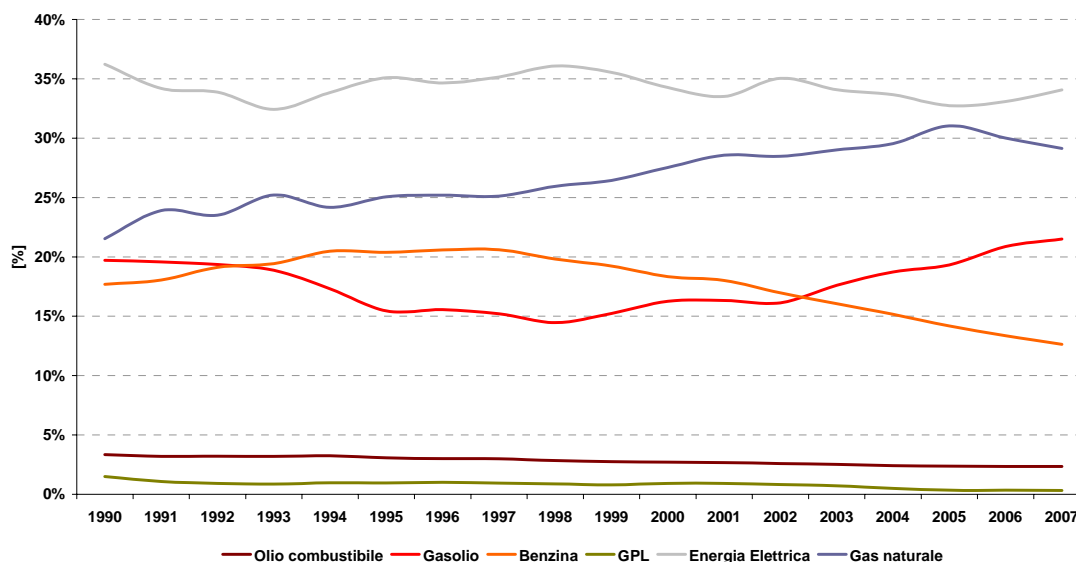


Grafico 2.1.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

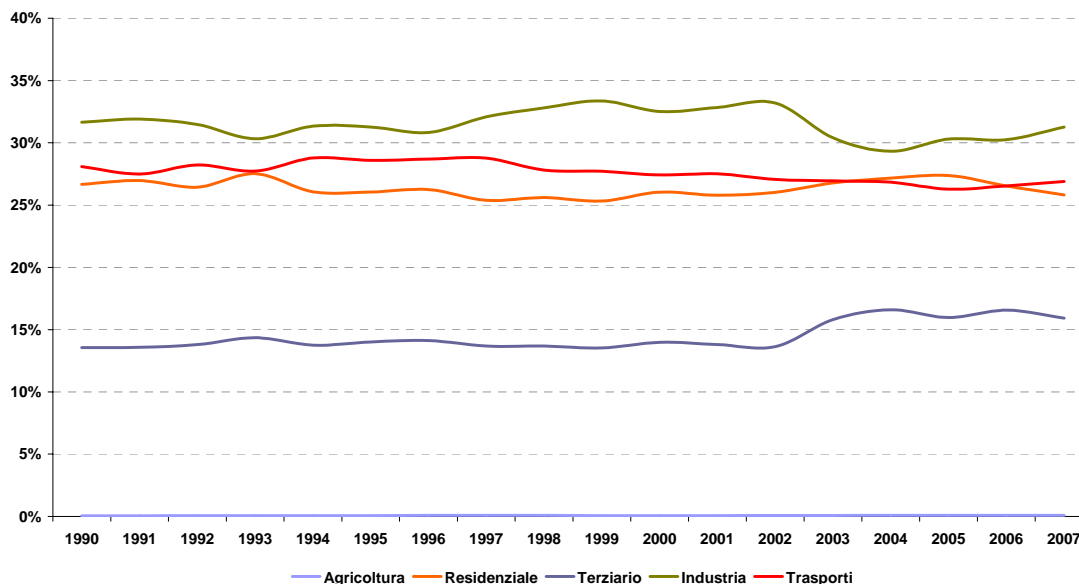
I due Grafici seguenti 2.1.4 e 2.1.5 riportano la disaggregazione in quote percentuali delle emissioni di CO<sub>2</sub>: nel primo caso le quote fanno riferimento ai singoli vettori energetici attribuiti in bilancio, mentre nel secondo grafico ci si riferisce alla disaggregazione per settore di attività.

**Disaggregazione percentuale delle quote di emissione di CO<sub>2</sub> per vettore energetico attribuito in bilancio, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007**



**Grafico 2.1.4** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

**Disaggregazione percentuale delle quote di emissione di CO<sub>2</sub> per settore di attività, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007**



**Grafico 2.1.5** Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

Si conferma la predominanza della quota parte di emissioni di CO<sub>2</sub> attribuibile all'energia elettrica: il 36% nel 1990, ridotto al 34% nel 2007. Nel bilancio complessivo, risulta particolarmente incidente anche la quota di emissioni da gas naturale che dal 21% del 1990 passa, nel 2007, al 29%. Gli andamenti delle quote percentuali pesate sul

complessivo delle emissioni attribuibili a gasolio e benzina, come già nel bilancio dei consumi, risultano legati simmetricamente fra loro: la benzina decresce di circa 5 punti percentuali rispetto al 1990 (dal 17% passa al 12%) ed il gasolio cresce di 2 punti percentuali (dal 19% passa al 21%). Simmetrici risultano gli andamenti di questi ultimi due vettori, sebbene a fronte di delta percentuali differenti. Infine le emissioni da GPL ed OC restano percentualmente le meno rilevanti nel bilancio complessivo.

La disaggregazione in quote percentuali dei vari settori di attività, evidenzia che nel corso degli anni analizzati, resta l'industria il settore a cui è possibile attribuire la maggiore quota di emissioni di CO<sub>2</sub>. Sebbene si registri negli anni un andamento assai articolato, le quote parte delle sue emissioni restano sempre comprese fra il 29% ed il 33%, pesate sul bilancio complessivo. Risultano, invece, pressappoco parallele e coincidenti le quote parte di emissioni attribuibili al settore residenziale ed a quello trasportistico (27% - 28% circa). Si registra in crescita di due punti percentuali, invece, il settore terziario (dal 14% del 1990 passa al 16% nel 2007). Il settore agricolo risulta il meno incidente sul bilancio complessivo delle emissioni.

## 2.2 Il settore residenziale

I due grafici seguenti, riportano gli andamenti delle emissioni di CO<sub>2</sub> in termini assoluti e percentuali, nel corso degli anni analizzati in bilancio. Complessivamente, nel 1990, questo settore emetteva circa 118 kton di CO<sub>2</sub> che nel 2007 si riducono a circa 104 kton, facendo registrare una riduzione di 11 punti percentuali.

In particolare si evidenzia a livello di vettori:

- una crescita del 19% delle emissioni attribuibili al gas naturale (+ 7,5 kton);
- una crescita percentuale pari a quella del gas naturale relativamente alle emissioni da GPL (che però attestano un incremento di 57 ton di CO<sub>2</sub>, essendo questo vettore irrilevante sul bilancio complessivo);
- una decrescita del 36% delle emissioni da olio combustibile (- 3,5 kton) e dell'80% circa di quelle da gasolio (-13,4 kton), ascrivibili alla riduzione nell'utilizzo di questi vettori sostituiti lentamente dal gas naturale;
- infine, una decrescita dell'8% delle emissioni legate agli usi elettrici (- 4,2 kton) ascrivibile alla modifica del mix per la produzione termoelettrica/rinnovabile nazionale.

Ad eccezione delle emissioni attribuite all'energia elettrica, per i restanti vettori i trend di emissioni risultano proporzionali a quelli dei consumi in tep analizzati in bilancio.

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo, alla Spezia fra 1990 e 2007 per vettore energetico

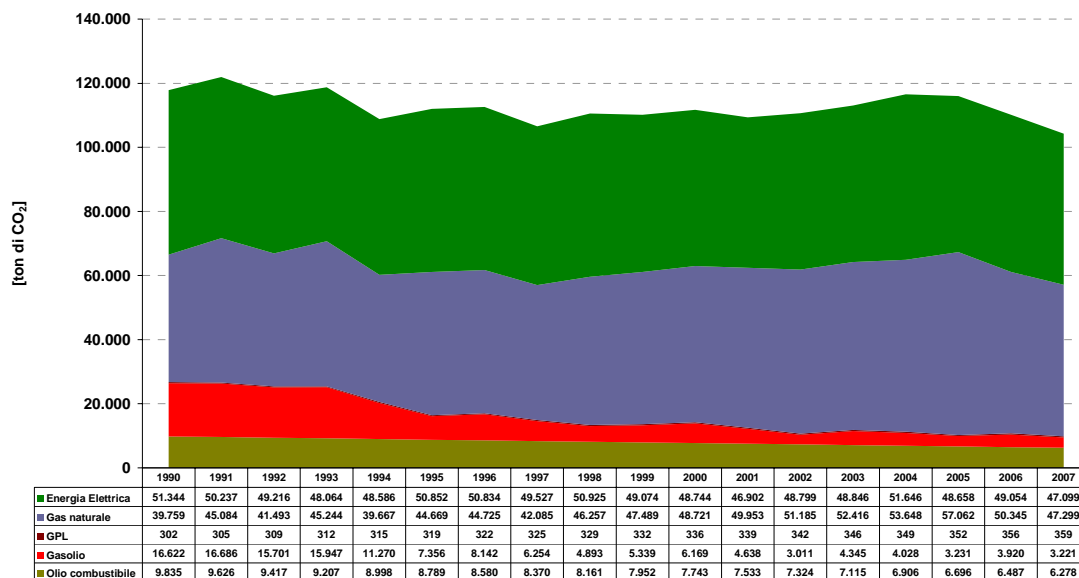


Grafico 2.2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

Disaggregazione percentuale delle quote di emissione di CO<sub>2</sub> per vettore energetico attribuito in bilancio, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007

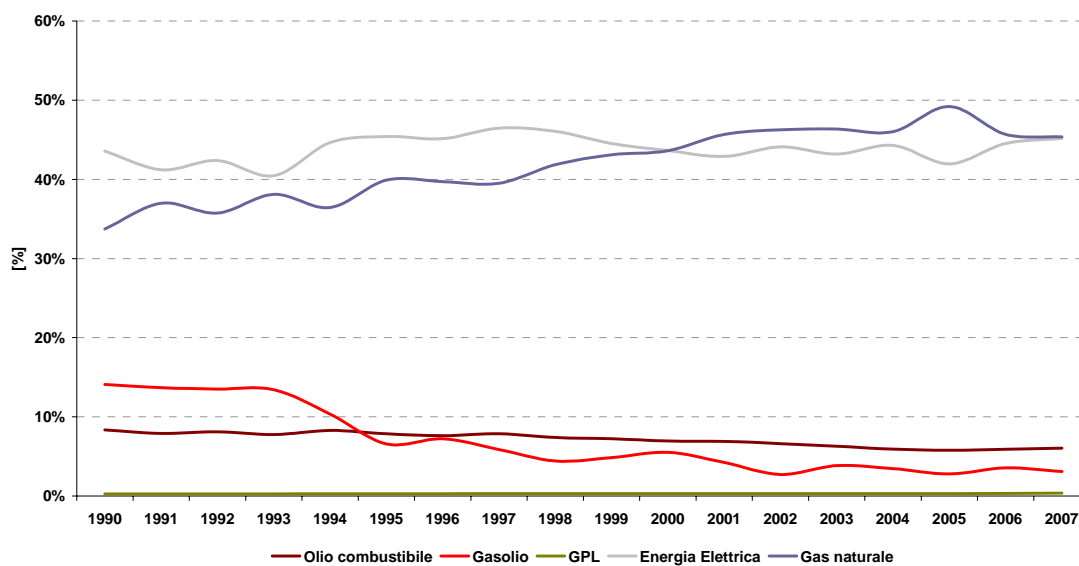


Grafico 2.2.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

### 2.3 Il settore terziario

Questo settore è l'unico rilevante in cui il livello di emissioni, nel corso degli anni analizzati, risulta in crescita. Infatti, nel 1990 queste risultavano pari a 59,9 kton e nel 2007 si incrementano di 4 kton circa raggiungendo quota 64,3 kton. Percentualmente l'incremento è stato pari al + 7%.

In particolare, a livello vettoriale si evidenzia:

- un decremento, simile a quanto registrato nel residenziale, delle emissioni ascrivibili ai consumi di gasolio ed olio combustibile; infatti, nel corso dell'ultimo ventennio questi, che erano combustibili utilizzati per l'alimentazione degli impianti termici, sono stati sostituiti dal gas naturale. In valore assoluto si evidenzia una decrescita di 1,7 kton da OC e di 7,6 kton da gasolio;
- un incremento di circa 3 kton di CO<sub>2</sub> emessa da gas naturale;
- un incremento del 36% circa, pari a 10,8 kton di CO<sub>2</sub>, ascrivibile agli usi elettrici. Il terziario è l'unico settore in cui l'incremento dei consumi di energia elettrica è stato tale da coprire il decremento del fattore specifico di emissione di CO<sub>2</sub> per kWh consumato. In tutti gli altri settori, sebbene si attestassero incrementi dei kWh consumati, le emissioni risultano in decrescita in virtù della miglioria del mix elettrico nazionale considerato per la valutazione.

I due grafici seguenti descrivono gli andamenti analizzati.

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo nel settore terziario, alla Spezia fra 1990 e 2007 per vettore energetico

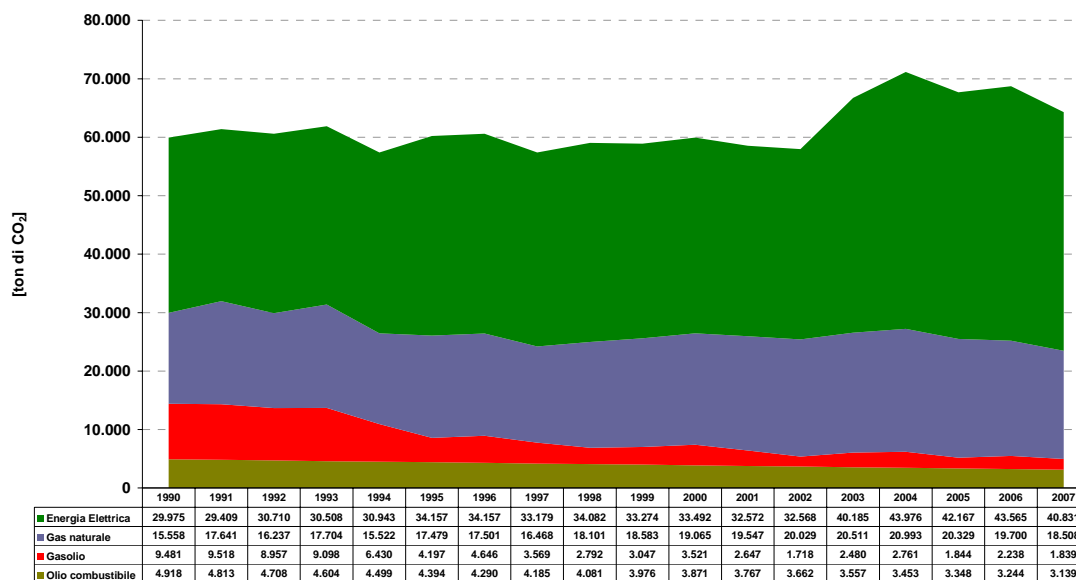


Grafico 2.3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

Disaggregazione percentuale delle quote di emissione di CO<sub>2</sub> per vettore energetico attribuito in bilancio, nel settore terziario, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007

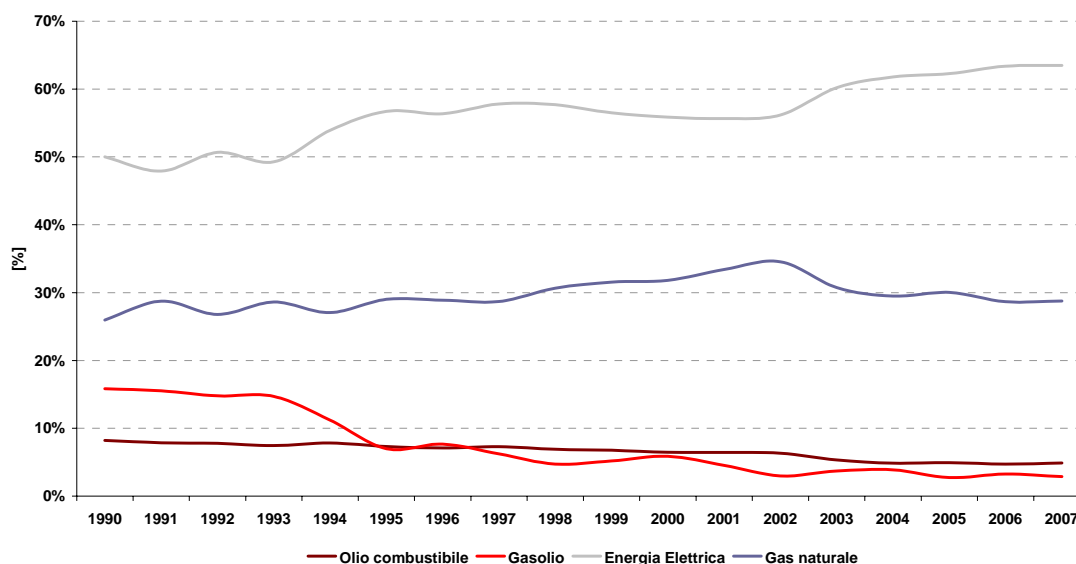


Grafico 2.3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

## 2.4 Il settore produttivo

Il settore produttivo è quello che a livello locale attesta la quota maggiore di emissioni di CO<sub>2</sub>: nel 2007: queste sono quantificate in 126,2 kton, pari al -9% rispetto al 1990 in cui se ne registravano circa 140 kton (13,6 kton in meno nel corso degli anni analizzati). La decrescita delle emissioni complessive di questo settore va ascritta principalmente al ridotto utilizzo dell'energia elettrica nel corso degli anni oltre che alla modifica del mix nazionale per la produzione di energia elettrica, già descritto. A livello complessivo comunale, le emissioni di CO<sub>2</sub> di questo settore pesano per il 31%.

In particolare a livello vettoriale emerge che:

- crescono di 25 punti percentuali (in valore assoluto 5,5 kton) le emissioni legate al consumo di prodotti petroliferi;
- crescono di 25 punti percentuale (in valore assoluto + 10,2 kton) le emissioni legate al consumo di gas naturale;
- decrescono di 37 punti percentuali (in valore assoluto 29,5 kton) le emissioni legate al consumo di energia elettrica.

I grafici seguenti descrivono gli andamenti nel dettaglio.



Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo nel settore industriale, alla Spezia fra 1990 e 2007 per vettore energetico

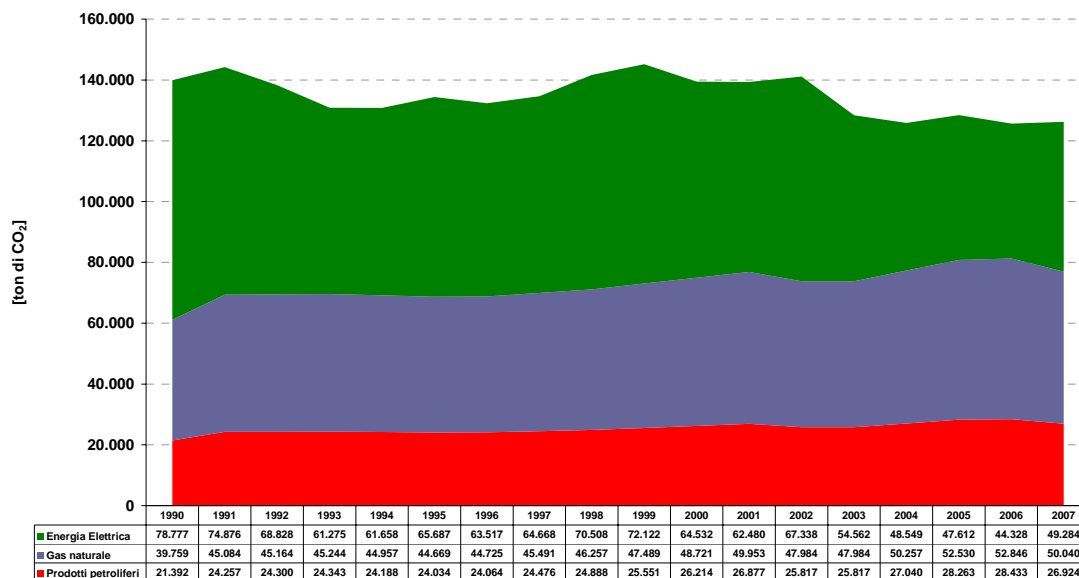


Grafico 2.4.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

Disaggregazione percentuale delle quote di emissione di CO<sub>2</sub> per vettore energetico attribuito in bilancio, nel settore industriale, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007

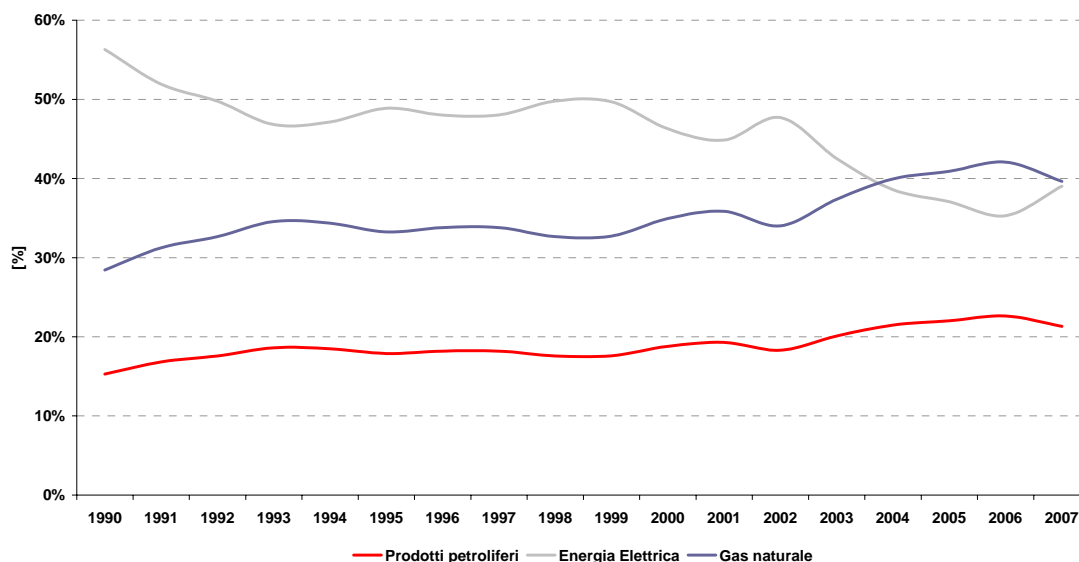


Grafico 2.4.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

## 2.5 Il settore trasporti

Se si confronta il peso percentuale delle emissioni legate a questo settore sul totale delle emissioni attribuibili al contesto spezzina nel corso degli anni, si nota che l'andamento risulta costante. Infatti il settore, in termini di emissioni pesa sul totale per il 27% circa e dal 1990 al 2007 oscilla fra il 26% ed il 27%. Tuttavia, nel periodo di piano il settore attesta una notevole decrescita delle emissioni che passano da 124 kton attestata nel 1990 a 108 kton registrate nel 2007. In totale le emissioni si riducono di 12 punti percentuali, pari a 15,5 kton in meno, in valore assoluto.

La riduzione attestata si lega principalmente a due fattori, già in parte descritti nel documento di bilancio dei consumi:

- da un lato si registra una decrescita notevole dei veicoli circolanti nel Comune: questo dato va correlato anche alla riduzione della popolazione;
- dall'altro va sottolineato che il parco veicolare spezzino subisce frequenti ricambi e dunque risulta particolarmente all'avanguardia se confrontato con le medie nazionali, regionali e provinciali (si veda il documento di bilancio). Tuttavia, si ritiene meno incidente questo dato al fine di giustificare la riduzione delle emissioni, ascrivibile con maggior peso al punto precedente.

A livello di singoli vettori, in particolare si evidenzia:

- un calo netto delle emissioni attribuibili ai consumi di benzina (-34% nel 2007 rispetto al 1990, pari in valore assoluto a - 27,1 kton) ed un pari incremento percentuale delle emissioni attribuibili ai consumi di gasolio per autotrazione (+ 38% nel 2007 rispetto al 1990, pari in valore assoluto a + 15,2 kton);
- per i combustibili minori, si segna un leggero incremento delle emissioni attribuibili ai consumi di gas naturale per autotrazione (+ 12,7% nel 2007 rispetto al 1990, pari in valore assoluto a + 1,7 kton) ed un decremento delle emissioni attribuibili ai consumi di GPL (- 85% nel 2007 rispetto al 1990, pari in valore assoluto a + 5,3 kton).

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo, alla Spezia fra 1990 e 2007 per vettore energetico, nel settore trasporti

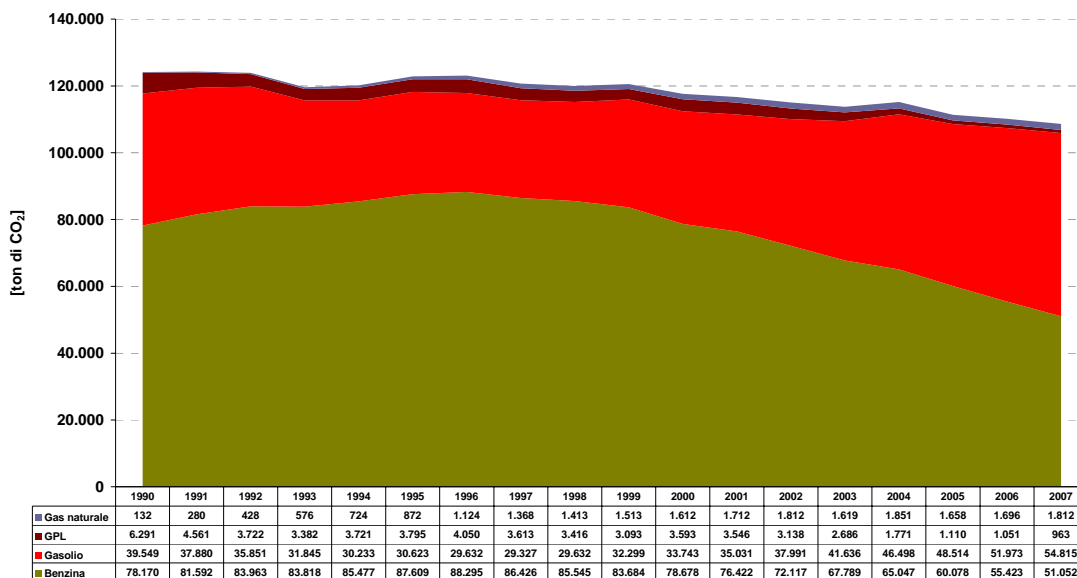


Grafico 2.5.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

Disaggregazione percentuale delle quote di emissione di CO<sub>2</sub> per vettore energetico attribuito in bilancio, nel settore trasporti, nel Comune della Spezia fra 1990 e 2007

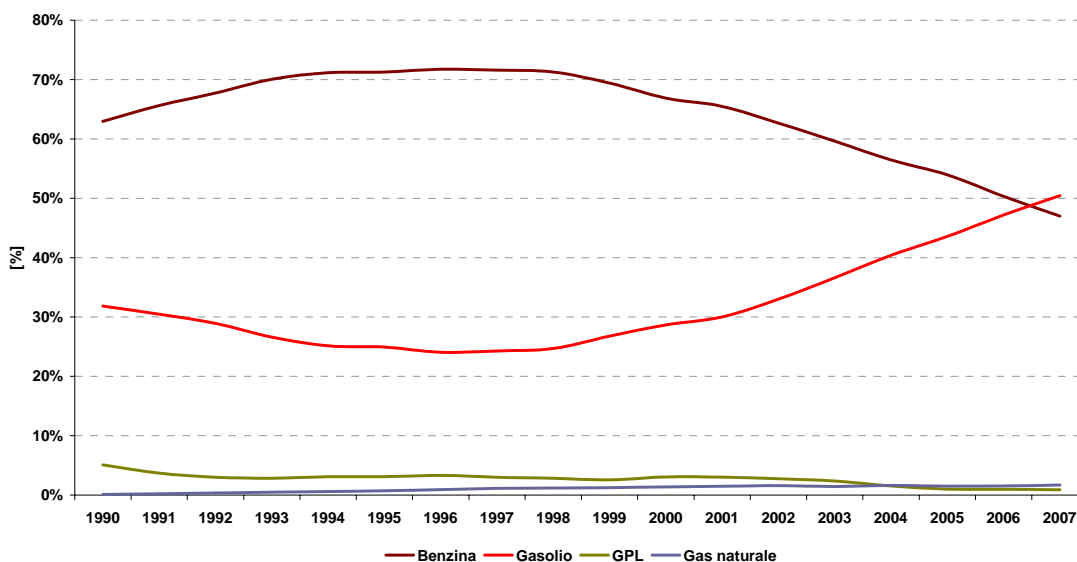


Grafico 2.5.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

## 2.6 La produzione termoelettrica locale

In questo paragrafo sono conteggiate le emissioni di CO<sub>2</sub> relative alla Centrale termoelettrica "Eugenio Montale". I dati riportati nei grafici e nelle tabelle seguenti, fanno riferimento a quanto dichiarato dall'ENEL nelle Dichiarazioni ambientali redatte a partire dal 2005, con dati di confronto a partire dal 2002.

Il Grafico 2.6.1 riporta l'andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> a partire dal 2002 fino al 2007. Il confronto descritto dal grafico è fra la quota di energia elettrica prodotta ed immessa in rete dall'impianto e la quota di emissioni annesse alla specifica produzione. L'energia elettrica riportata è calcolata al netto degli autoconsumi di centrale. Si precisa che la barra delle y riporta, in doppia unità di misura, sia le tonnellate di CO<sub>2</sub> emessa che la quota di energia prodotta ed immessa in rete. A fronte di una riduzione della produzione elettrica, nel corso degli anni descritti nel grafico, del 35% circa, la CO<sub>2</sub> risulta ridursi solo del 13%. Ciò è principalmente dovuto allo specifico utilizzo della centrale. Come già descritto in bilancio, infatti, la stessa nonostante sia costituita da 2 unità a turbo gas ed una a carbone, viene fatta funzionare prevalentemente a carbone, con una riduzione costante della quota di gas naturale nel corso degli anni.

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> e della produzione elettrica

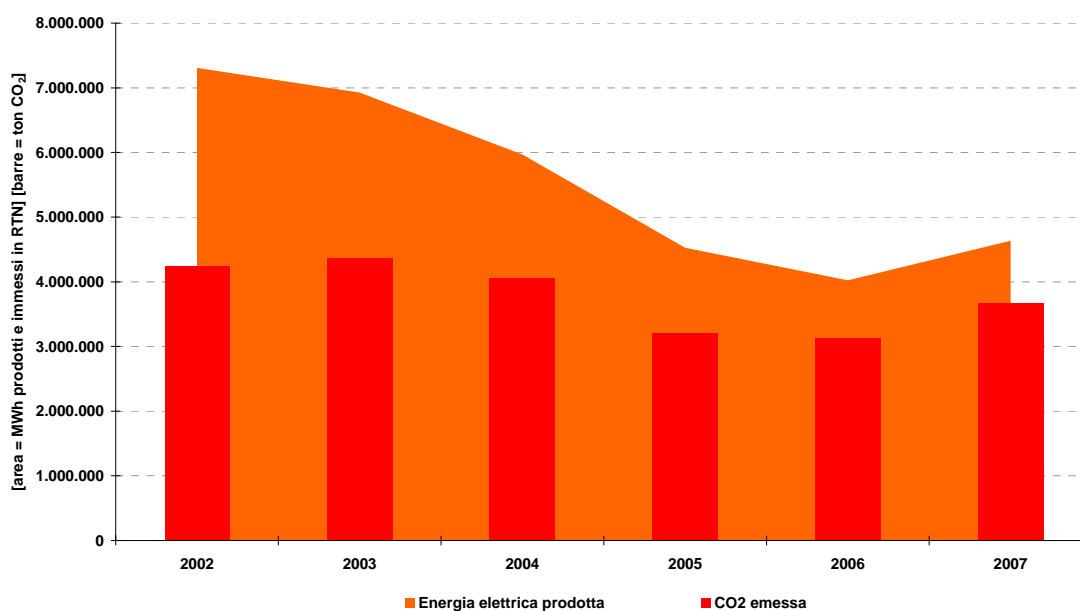


Grafico 2.6.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

Il Grafico 2.6.2 descrive l'andamento delle emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> relative alla produzione di energia elettrica. E' interessante valutare il paragone con quanto attestato a livello medio nazionale nel corso degli ultimi anni. Infatti, il grafico riporta il confronto fra i fattori di emissione calcolati per la Centrale spezzina e quanto valutato per il parco termoelettrico medio nazionale. E' evidente che a livello nazionale, si registri, per kWh prodotto dal parco termoelettrico, una lenta decrescita della quota di CO<sub>2</sub> emessa. All'opposto, alla Spezia, la Centrale, nel corso degli ultimi anni tende ad emettere una quota specifica sempre maggiore. Percentualmente il fattore di emissione medio

nazionale (escludendo la quota di rinnovabili parte del mix elettrico nazionale) decresce fra 2002 e 2007 del 13% circa; presso la Centrale spezzina, tale fattore, all'opposto, si incrementa del 36% circa, negli stessi anni.

Confronto fra l'emissione specifica di CO<sub>2</sub> (per kWh prodotto) della Centrale Eugenio Montale) e l'emissione specifica media del parco termoelettrico nazionale

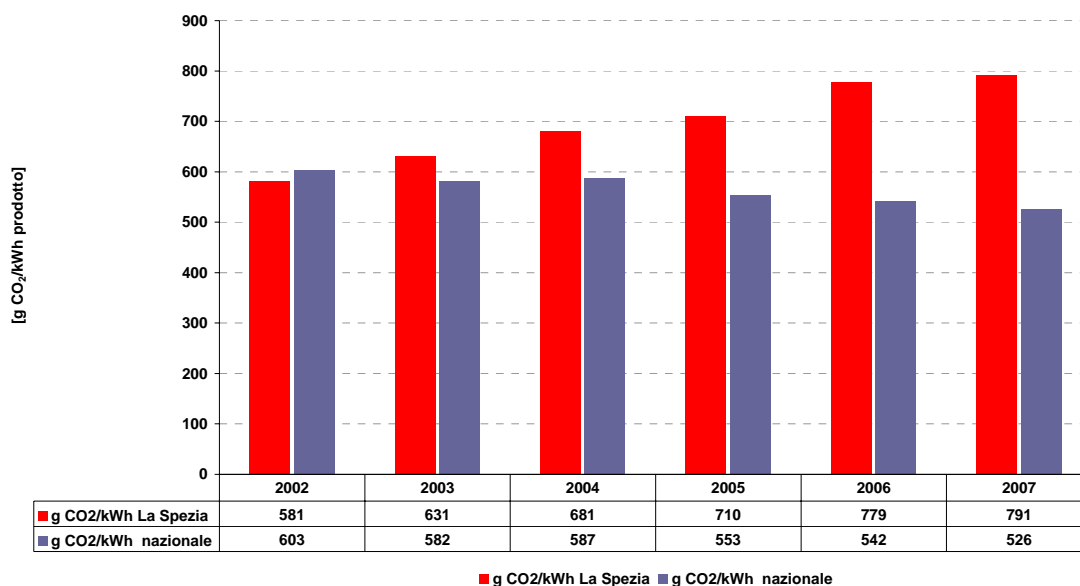


Grafico 2.6.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

### 3 LE EMISSIONI DI ALTRI INQUINANTI

#### 3.1 Considerazioni generali

In queste analisi, così come in quelle seguenti relative ai singoli settori energetici, per ogni inquinante, le emissioni specificate si riferiscono esclusivamente ai consumi finali dei diversi vettori utilizzati a livello locale.

Un riepilogo dei risultati ottenuti nel quadro della stima delle emissioni di altri inquinanti dovuta al sistema energetico comunale è contenuta nei prospetti seguenti. Come si osserva, secondo la stima effettuata, nel corso del 2007 il sistema causa l'emissione di 870 tonnellate circa di monossido di carbonio, 300 tonnellate circa di ossidi di azoto, 8 tonnellate di particolato, 105 tonnellate circa di composti organici volatili e 65 tonnellate circa di biossido di zolfo.

Settori - 2007	CO [ton/anno]	NO <sub>x</sub> [ton/anno]	PM [ton/anno]	COVNM [ton/anno]	SO <sub>2</sub> [ton/anno]
Residenziale	24	49	0	5	12
Terziario	10	20	0	2	6
Industria	30	63	0	6	34
Trasporti	804	170	7	94	12
<b>Totale</b>	<b>867</b>	<b>302</b>	<b>8</b>	<b>106</b>	<b>64</b>

Tabella 3.1.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

Il Grafico 3.1.1 disaggrega percentualmente le quote di emissione del singolo agente inquinante per settore d'attività economica.

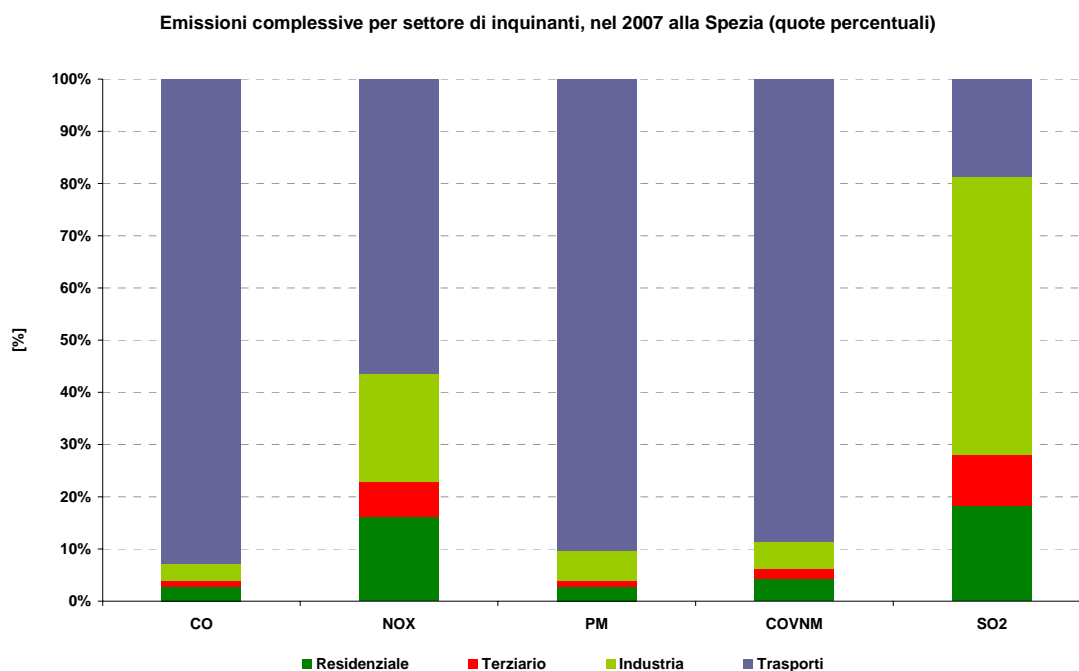


Grafico 3.1.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico comunale.

### 3.2 Le emissioni di altri inquinanti legate alla produzione elettrica locale

I grafici seguenti riportano l'andamento delle emissioni di altri inquinanti relativi alla produzione della Centrale "Eugenio Montale".

In particolare i grafici seguenti riportano gli andamenti di:

- Monossido di carbonio (CO): Grafico 3.2.1
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>): Grafico 3.2.2
- Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>): Grafico 3.2.3
- Polveri (PM): Grafico 3.2.4

Andamento delle emissioni di monossido di carbonio (CO) legate alla produzione termoelettrica della Centrale ENEL "Eugenio Montale" alla Spezia fra il 2002 ed il 2007

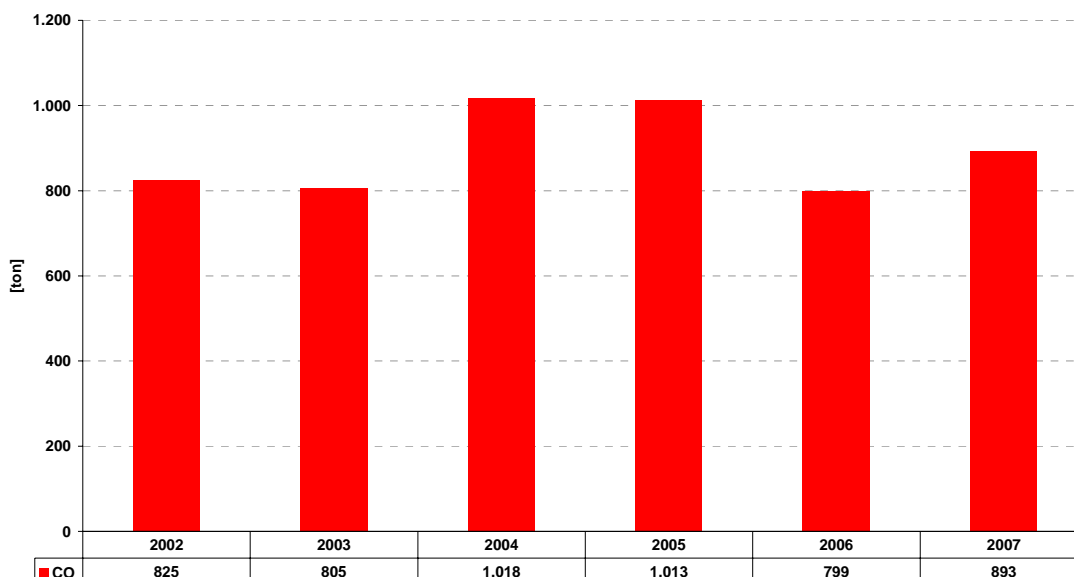


Grafico 3.2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

In particolare, il Monossido di carbonio (CO), presente nelle emissioni al camino della centrale, è sintomo di una probabile incompleta combustione. Infatti, in generale, il carbonio, durante la combustione, in presenza di ossigeno, si combina per formare l'anidride carbonica. Per ragioni difficili da definirsi, in camera di combustione si possono creare zone ristrette dove la reazione risulta incompleta, per cui nei fumi emessi risulta presente una certa quantità di monossido. La presenza di monossido si traduce sia in perdita in termini di calore che di efficienza della centrale ed economica complessiva. L'incremento, nel corso degli anni, del fattore di emissione specifica, riportato nel Grafico 3.2.5 va correlato al maggiore funzionamento, nel corso degli anni, dell'unità a carbone rispetto all'unità a gas. I rapporti ambientali dell'ENEL, infine, segnalano che il monossido di carbonio, in contatto con l'ossigeno dell'aria, viene rapidamente ossidato

trasformandosi in anidride carbonica, rendendo irrilevante la quantità di carbonio emessa in atmosfera, già nelle vicinanze della centrale stessa. Lo stesso rapporto sottolinea che i dati di Anidride carbonica emessa dalle centrale e riportati nel paragrafo 2.6 risultano già inclusivi della quota di CO ossidata a contatto con l'aria.

Andamento delle emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) legate alla produzione termoelettrica della Centrale ENEL "Eugenio Montale" alla Spezia fra il 2002 ed il 2007

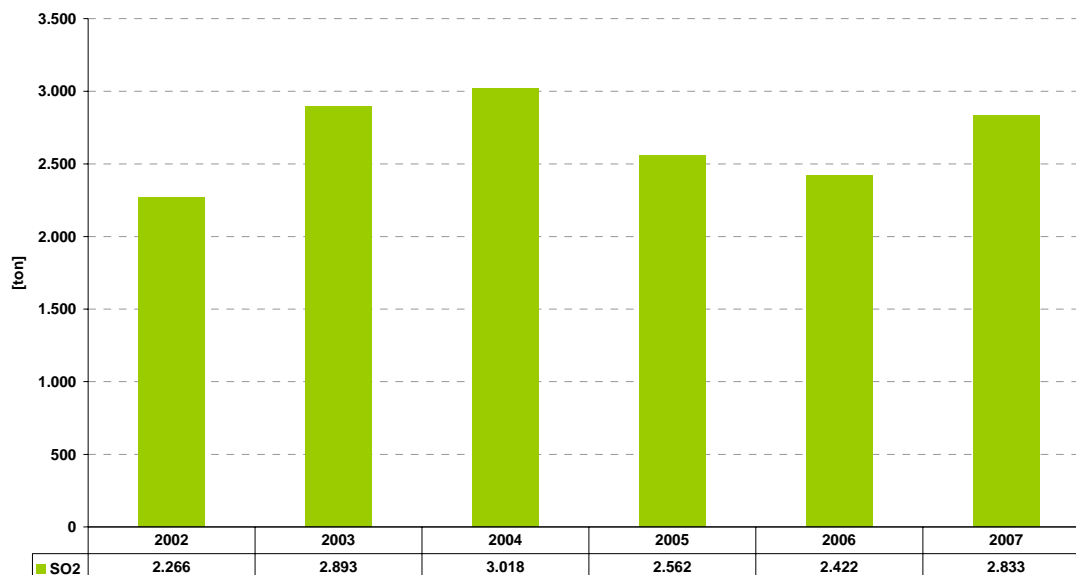


Grafico 3.2.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) si lega alla combustione dello zolfo contenuto sia nel carbone che nell'olio combustibile, utilizzati per l'alimentazione dell'Unità 3 della Centrale spezzina. La variazione, in termini assoluti, dei quantitativi emessi fa riferimento alla maggiore o minore produzione della terza unità ed al maggiore o minore contenuto di zolfo dei carburanti. Il rapporto ambientale della Centrale sottolinea, infine, la dipendenza dei fattori specifici riportati nel Grafico 3.2.5 dal tenore di zolfo dei combustibili. La Tabella 3.2.1 riporta il dato relativo al tenore di zolfo dei vari combustibili utilizzati ed in cui sono presenti queste sostanze. In realtà i valori attestati nella composizione dei carburanti non risultano perfettamente coerenti con la variazione in crescita delle emissioni di zolfo.

La formazione degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), invece, deriva principalmente dall'ossidazione di una frazione di azoto contenuta nell'aria comburente e varia sia al variare della temperatura raggiunta dalla fiamma in fase di combustione che al variare della quantità di azoto presente nel combustibile. Anche in tal caso la variazione in crescendo del fattore specifico di emissione riportata nel Grafico 3.2.5 risente fondamentalmente del maggiore utilizzo dell'unità a carbone nel corso degli anni.



Andamento delle emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) legate alla produzione termoelettrica della Centrale ENEL "Eugenio Montale" alla Spezia fra il 2002 ed il 2007

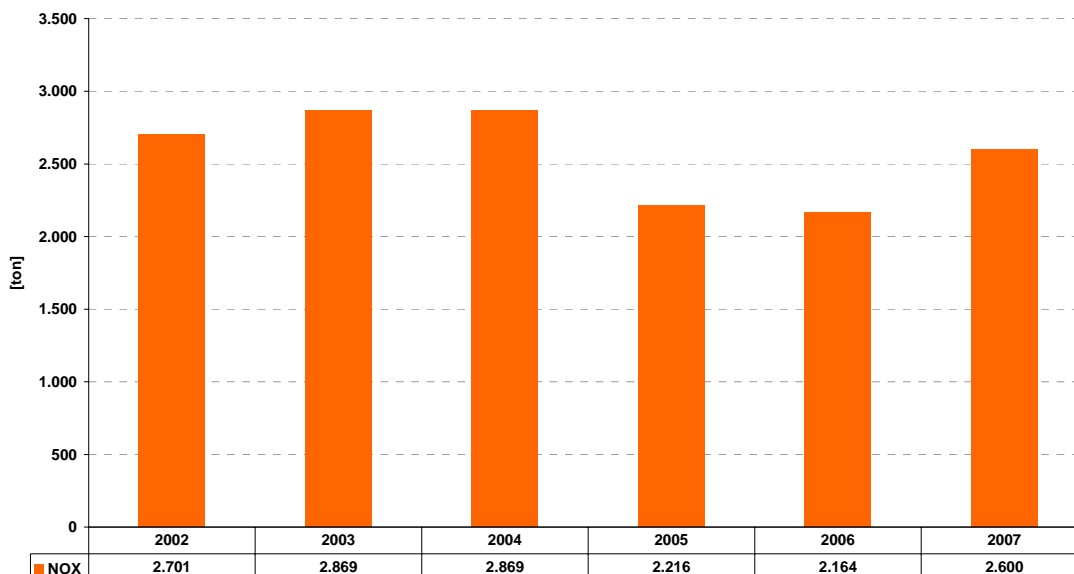


Grafico 3.2.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

Andamento delle emissioni di polveri (PM) legate alla produzione termoelettrica della Centrale ENEL "Eugenio Montale" alla Spezia fra il 2002 ed il 2007

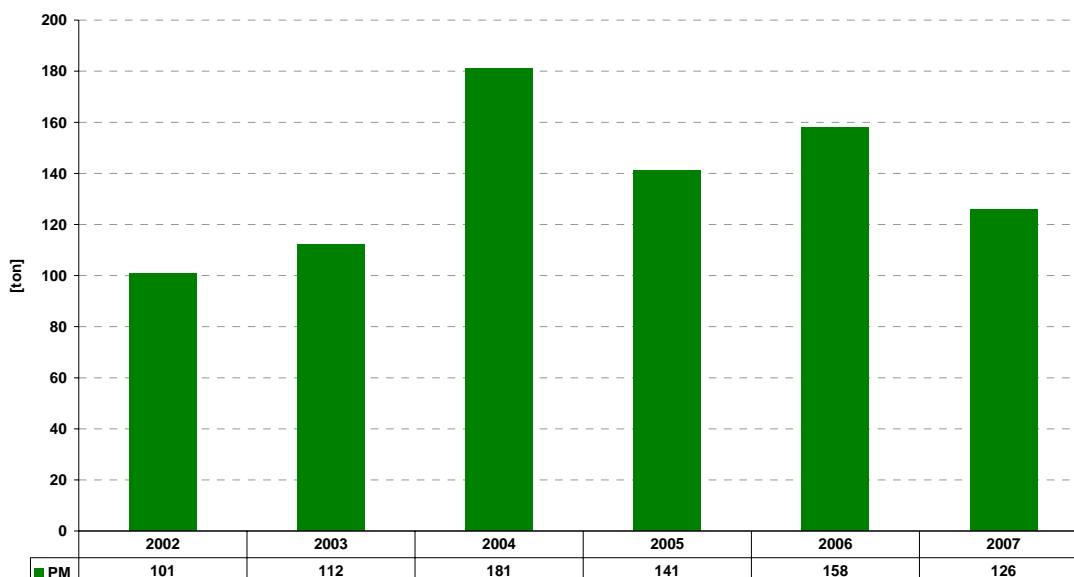


Grafico 3.2.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

Infine, anche la quota di PM (polveri) emesse dalla centrale si lega fundamentalmente ai processi di combustione dell'unità a carbone e alle sostanze minerarie (principalmente ceneri) contenute in questo vettore. Una piccola quota delle emissioni complessive di

PM va anche assegnata a particelle di carbone incombusto durante il processo produttivo. In questo caso l'incremento del valore specifico di emissione di PM nel corso degli anni rappresentati (vedi Grafico 3.2.5) deriva sia dall'incremento della produzione elettrica legata all'unità a carbone sia al fatto che, sulla base di quanto descritto nella Dichiarazione ambientale della centrale, la stessa subisca frequenti variazioni di potenza per soddisfare le esigenze dettate dalla rete elettrica nazionale. Nella stessa dichiarazione ambientale, ENEL sostiene che frequenti variazioni di potenza incidono negativamente sull'efficienza di captazione degli elettrofiltri con una conseguente maggiore emissione di polveri.

Come per la CO<sub>2</sub>, il Grafico 3.2.5 riporta, infine, i valori specifici di emissione di altri inquinanti, rapportati alla produzione elettrica nello specifico anno analizzato.

Andamento dei fattori specifici di emissione di altri inquinanti nel corso degli anni compresi fra il 2002 ed il 2007



Grafico 3.2.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

Contenuti di zolfo per vettore	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Carbone	0,63%	0,67%	0,66%	0,70%	0,59%	0,55%
O.C.D.	0,85%	0,86%	0,83%	0,87%	0,81%	0,78%
Gasolio	0,14%	0,07%	0,08%	0,08%	0,09%	0,10%

Tabella 3.2.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati ENEL.

### 3.3 Le emissioni di altri inquinanti legate ai processi di combustione locali

#### 3.3.1 Le emissioni di monossido di carbonio (CO)

Residenziale	Olio combustibile [kg di CO]	Gasolio [kg di CO]	GPL [kg di CO]	Gas naturale [kg di CO]	Totale [kg di CO]
1990	2.568	4.492	48	17.807	24.916
1991	2.514	4.510	49	20.192	27.264
1992	2.459	4.244	49	18.584	25.336
1993	2.404	4.310	50	20.264	27.028
1994	2.350	3.046	51	17.766	23.212
1995	2.295	1.988	51	20.006	24.340
1996	2.240	2.201	52	20.031	24.524
1997	2.186	1.690	52	18.849	22.777
1998	2.131	1.322	53	20.717	24.223
1999	2.076	1.443	53	21.269	24.841
2000	2.022	1.667	54	21.820	25.563
2001	1.967	1.254	54	22.372	25.647
2002	1.912	814	55	22.924	25.705
2003	1.858	1.174	55	23.476	26.563
2004	1.803	1.089	56	24.027	26.975
2005	1.749	873	56	25.556	28.235
2006	1.694	1.059	57	22.548	25.358
2007	1.639	871	58	21.184	23.751

Tabella 3.3.1 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Terziario	Olio combustibile [kg di CO]	Gasolio [kg di CO]	Gas naturale [kg di CO]	Totale [kg di CO]
1990	1.284	2.562	6.968	10.815
1991	1.257	2.573	7.901	11.730
1992	1.229	2.421	7.272	10.922
1993	1.202	2.459	7.929	11.590
1994	1.175	1.738	6.952	9.864
1995	1.147	1.134	7.828	10.110
1996	1.120	1.256	7.838	10.214
1997	1.093	964	7.376	9.433
1998	1.066	755	8.107	9.927
1999	1.038	823	8.323	10.184
2000	1.011	952	8.538	10.501
2001	984	715	8.754	10.453
2002	956	464	8.970	10.391
2003	929	670	9.186	10.785
2004	902	746	9.402	11.050
2005	874	498	9.105	10.477
2006	847	605	8.823	10.275
2007	820	497	8.289	9.606

Tabella 3.3.2 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Industria	Gasolio [kg di CO]	Gas naturale [kg di CO]	Totale [kg di CO]
1990	5.782	17.807	23.589
1991	6.556	20.192	26.748
1992	6.568	20.228	26.795
1993	6.579	20.264	26.843
1994	6.537	20.135	26.672
1995	6.496	20.006	26.501
1996	6.504	20.031	26.535
1997	6.615	20.374	26.989
1998	6.727	20.717	27.444
1999	6.906	21.269	28.174
2000	7.085	21.820	28.905
2001	7.264	22.372	29.636
2002	6.978	21.490	28.468
2003	6.978	21.490	28.468
2004	7.308	22.509	29.817
2005	7.639	23.527	31.165
2006	7.685	23.668	31.353
2007	7.277	22.411	29.688

Tabella 3.3.3 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

## 3.3.2 Le emissioni di ossidi di azoto (NOX)

Residenziale	Olio combustibile [kg di NO <sub>x</sub> ]	Gasolio [kg di NO <sub>x</sub> ]	GPL [kg di NO <sub>x</sub> ]	Gas naturale [kg di NO <sub>x</sub> ]	Totale [kg di NO <sub>x</sub> ]
1990	6.420	11.231	242	35.614	53.507
1991	6.284	11.274	245	40.383	58.186
1992	6.147	10.609	247	37.167	54.171
1993	6.011	10.775	250	40.527	57.563
1994	5.874	7.615	253	35.531	49.273
1995	5.737	4.970	255	40.011	50.974
1996	5.601	5.502	258	40.062	51.423
1997	5.464	4.226	261	37.697	47.648
1998	5.328	3.306	264	41.434	50.331
1999	5.191	3.608	266	42.538	51.602
2000	5.054	4.169	269	43.641	53.133
2001	4.918	3.134	272	44.744	53.068
2002	4.781	2.034	274	45.848	52.938
2003	4.645	2.936	277	46.951	54.809
2004	4.508	2.722	280	48.055	55.564
2005	4.371	2.183	282	51.113	57.949
2006	4.235	2.649	285	45.096	52.264
2007	4.098	2.177	288	42.368	48.930

Tabella 3.3.4 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Terziario	Olio combustibile [kg di NO <sub>x</sub> ]	Gasolio [kg di NO <sub>x</sub> ]	Gas naturale [kg di NO <sub>x</sub> ]	Totale [kg di NO <sub>x</sub> ]
1990	3.210	6.406	13.936	23.552
1991	3.142	6.431	15.802	25.375
1992	3.074	6.052	14.544	23.669
1993	3.005	6.147	15.858	25.011
1994	2.937	4.344	13.903	21.185
1995	2.869	2.836	15.657	21.361
1996	2.800	3.139	15.676	21.616
1997	2.732	2.411	14.751	19.894
1998	2.664	1.886	16.213	20.764
1999	2.596	2.059	16.645	21.299
2000	2.527	2.379	17.077	21.983
2001	2.459	1.789	17.509	21.756
2002	2.391	1.161	17.940	21.492
2003	2.322	1.676	18.372	22.370
2004	2.254	1.866	18.804	22.924
2005	2.186	1.246	18.209	21.641
2006	2.117	1.512	17.646	21.276
2007	2.049	1.243	16.579	19.870

Tabella 3.3.5 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Industria	Gasolio [kg di NO <sub>x</sub> ]	Gas naturale [kg di NO <sub>x</sub> ]	Totale [kg di NO <sub>x</sub> ]
1990	14.454	35.614	50.068
1991	16.390	40.383	56.773
1992	16.419	40.455	56.874
1993	16.448	40.527	56.975
1994	16.344	40.269	56.613
1995	16.239	40.011	56.250
1996	16.260	40.062	56.322
1997	16.538	40.748	57.286
1998	16.816	41.434	58.250
1999	17.264	42.538	59.802
2000	17.712	43.641	61.353
2001	18.160	44.744	62.904
2002	17.444	42.981	60.425
2003	17.444	42.981	60.425
2004	18.271	45.017	63.288
2005	19.097	47.053	66.150
2006	19.212	47.336	66.548
2007	18.192	44.823	63.015

Tabella 3.3.6 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

## 3.3.3 Le emissioni di particolato (PM)

Residenziale	Olio combustibile [kg di PM]	Gasolio [kg di PM]	GPL [kg di PM]	Gas naturale [kg di PM]	Totale [kg di PM]
1990	128	225	1	71	425
1991	126	225	1	81	433
1992	123	212	1	74	410
1993	120	216	1	81	418
1994	117	152	1	71	342
1995	115	99	1	80	295
1996	112	110	1	80	303
1997	109	85	1	75	270
1998	107	66	1	83	257
1999	104	72	1	85	262
2000	101	83	1	87	273
2001	98	63	1	89	252
2002	96	41	1	92	229
2003	93	59	1	94	247
2004	90	54	1	96	242
2005	87	44	1	102	234
2006	85	53	1	90	229
2007	82	44	1	85	211

Tabella 3.3.7 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Terziario	Olio combustibile [kg di PM]	Gasolio [kg di PM]	Gas naturale [kg di PM]	Totale [kg di PM]
1990	64	128	28	220
1991	63	129	32	223
1992	61	121	29	212
1993	60	123	32	215
1994	59	87	28	173
1995	57	57	31	145
1996	56	63	31	150
1997	55	48	30	132
1998	53	38	32	123
1999	52	41	33	126
2000	51	48	34	132
2001	49	36	35	120
2002	48	23	36	107
2003	46	34	37	117
2004	45	37	38	120
2005	44	25	36	105
2006	42	30	35	108
2007	41	25	33	99

Tabella 3.3.8 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Industria	Gasolio [kg di PM]	Gas naturale [kg di PM]	Totale [kg di PM]
1990	289	71	360
1991	328	81	409
1992	328	81	409
1993	329	81	410
1994	327	81	407
1995	325	80	405
1996	325	80	405
1997	331	81	412
1998	336	83	419
1999	345	85	430
2000	354	87	442
2001	363	89	453
2002	349	86	435
2003	349	86	435
2004	365	90	455
2005	382	94	476
2006	384	95	479
2007	364	90	453

Tabella 3.3.9 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

## 3.3.4 Le emissioni di composti organici volatili (COVNM)

Residenziale	Olio combustibile [kg di COVNM]	Gasolio [kg di COVNM]	GPL [kg di COVNM]	Gas naturale [kg di COVNM]	Totale [kg di COVNM]
1990	385	674	10	3.561	4.630
1991	377	676	10	4.038	5.102
1992	369	637	10	3.717	4.732
1993	361	647	10	4.053	5.070
1994	352	457	10	3.553	4.373
1995	344	298	10	4.001	4.654
1996	336	330	10	4.006	4.683
1997	328	254	10	3.770	4.362
1998	320	198	11	4.143	4.672
1999	311	216	11	4.254	4.792
2000	303	250	11	4.364	4.928
2001	295	188	11	4.474	4.968
2002	287	122	11	4.585	5.005
2003	279	176	11	4.695	5.161
2004	270	163	11	4.805	5.250
2005	262	131	11	5.111	5.516
2006	254	159	11	4.510	4.934
2007	246	131	12	4.237	4.625

Tabella 3.3.10 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Terziario	Olio combustibile [kg di COVNM]	Gasolio [kg di COVNM]	Gas naturale [kg di COVNM]	Totale [kg di COVNM]
1990	193	384	1.394	1.971
1991	189	386	1.580	2.155
1992	184	363	1.454	2.002
1993	180	369	1.586	2.135
1994	176	261	1.390	1.827
1995	172	170	1.566	1.908
1996	168	188	1.568	1.924
1997	164	145	1.475	1.784
1998	160	113	1.621	1.894
1999	156	124	1.665	1.944
2000	152	143	1.708	2.002
2001	148	107	1.751	2.006
2002	143	70	1.794	2.007
2003	139	101	1.837	2.077
2004	135	112	1.880	2.128
2005	131	75	1.821	2.027
2006	127	91	1.765	1.982
2007	123	75	1.658	1.855

Tabella 3.3.11 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Industria	Gasolio [kg di COVNM]	Gas naturale [kg di COVNM]	Totale [kg di COVNM]
1990	867	3.561	4.429
1991	983	4.038	5.022
1992	985	4.046	5.031
1993	987	4.053	5.040
1994	981	4.027	5.008
1995	974	4.001	4.975
1996	976	4.006	4.982
1997	992	4.075	5.067
1998	1.009	4.143	5.152
1999	1.036	4.254	5.290
2000	1.063	4.364	5.427
2001	1.090	4.474	5.564
2002	1.047	4.298	5.345
2003	1.047	4.298	5.345
2004	1.096	4.502	5.598
2005	1.146	4.705	5.851
2006	1.153	4.734	5.886
2007	1.092	4.482	5.574

Tabella 3.3.12 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.



3.3.5 Le emissioni di ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Residenziale	Olio combustibile [kg di SO <sub>2</sub> ]	Gasolio [kg di SO <sub>2</sub> ]	Totale [kg di SO <sub>2</sub> ]
1990	12.070	21.114	33.184
1991	11.814	21.195	33.009
1992	11.557	19.945	31.502
1993	11.300	20.257	31.557
1994	11.043	14.316	25.359
1995	10.786	9.344	20.130
1996	10.530	10.343	20.873
1997	10.273	7.944	18.217
1998	10.016	6.215	16.231
1999	9.759	6.782	16.541
2000	9.502	7.837	17.339
2001	9.245	5.892	15.138
2002	8.989	3.825	12.813
2003	8.732	5.520	14.251
2004	8.475	5.116	13.591
2005	8.218	4.104	12.322
2006	7.961	4.979	12.941
2007	7.705	4.092	11.797

Tabella 3.3.13 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Terziario	Olio combustibile [kg di SO <sub>2</sub> ]	Gasolio [kg di SO <sub>2</sub> ]	Totale [kg di SO <sub>2</sub> ]
1990	6.035	12.044	18.079
1991	5.907	12.091	17.998
1992	5.778	11.378	17.156
1993	5.650	11.557	17.207
1994	5.522	8.167	13.689
1995	5.393	5.331	10.724
1996	5.265	5.901	11.166
1997	5.136	4.533	9.669
1998	5.008	3.546	8.554
1999	4.880	3.870	8.750
2000	4.751	4.472	9.223
2001	4.623	3.363	7.985
2002	4.494	2.183	6.677
2003	4.366	3.150	7.516
2004	4.238	3.508	7.745
2005	4.109	2.343	6.452
2006	3.981	2.842	6.823
2007	3.852	2.336	6.188

Tabella 3.3.14 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Industria	Gasolio [kg di SO <sub>2</sub> ]	Totale [kg di SO <sub>2</sub> ]
1990	27.174	27.174
1991	30.813	30.813
1992	30.868	30.868
1993	30.923	30.923
1994	30.726	30.726
1995	30.529	30.529
1996	30.568	30.568
1997	31.091	31.091
1998	31.615	31.615
1999	32.457	32.457
2000	33.299	33.299
2001	34.141	34.141
2002	32.795	32.795
2003	32.795	32.795
2004	34.349	34.349
2005	35.902	35.902
2006	36.118	36.118
2007	34.200	34.200

Tabella 3.3.15 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

Trasporti	Gasolio [kg di SO <sub>2</sub> ]	Benzina [kg di SO <sub>2</sub> ]	Totale [kg di SO <sub>2</sub> ]
1990	50.069	19.761	69.830
1991	47.956	20.626	68.582
1992	45.386	21.225	66.612
1993	40.315	21.189	61.504
1994	38.275	21.608	59.883
1995	38.769	22.147	60.916
1996	37.514	22.321	59.834
1997	9.282	21.848	31.130
1998	9.378	21.625	31.004
1999	10.223	21.155	31.378
2000	6.408	2.486	8.894
2001	6.652	2.415	9.067
2002	7.214	2.279	9.493
2003	7.907	2.142	10.049
2004	8.830	2.055	10.885
2005	9.213	1.898	11.111
2006	9.870	1.751	11.621
2007	10.409	1.613	12.022

Tabella 3.3.16 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

### 3.3.6 Le emissioni di CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM e COV nel settore trasporti

Come per le simulazioni descritte nel documento di bilancio, per il settore trasporti è stato costruito un modello dei flussi di traffico che, tenendo conto del parco medio veicolare comunale ricostruito su base dati ACI, analizza in termini di consumi energetici le principali percorrenze. In questo senso anche al fine di valutare il livello di emissioni di altri inquinanti legate al parco veicolare, si è implementato il modello permettendo una valutazione dei livelli di emissione legati alle prestazioni del parco veicolare medio appositamente modellizzato. In questo senso, la tabella seguente disaggrega i valori di emissione attestati per i singoli inquinanti.

Trasporti	CO [kg di CO]	NO <sub>x</sub> [kg di NO <sub>x</sub> ]	COVNM [kg di COVNM]	PM [kg di PM]
2007	803.752	170.273	93.822	7.055

Tabella 3.3.17 Elaborazione Ambiente Italia su base dati Bilancio energetico.

#### 4 LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> NELLO SCENARIO OBIETTIVO

Si dispone di seguito una valutazione della variazione delle emissioni legate ai consumi locali di energia nello scenario obiettivo di piano, come descritto nel documento relativo alle Linee d'azione. Viene valutata l'emissione di CO<sub>2</sub> in serie storica, per le singole linee di piano quantificabili e con una proiezione al 2020.

La proiezione al 2020 tiene conto di:

- eventuali shift vettoriali (per esempio nel settore residenziale, le linee d'azione ipotizzano la sostituzione della quota residua di consumi di gasolio e olio combustibile per la climatizzazione invernale con gas naturale; nel settore trasporti si incrementa la quota di auto a GPL e a gas metano);
- variazioni quantitative dei vettori energetici utilizzati per la climatizzazione o per gli usi industriali;
- variazioni quantitative dei consumi di energia elettrica;
- variazioni quantitative dei combustibili utilizzati per l'autotrazione, prendendo in considerazione la modifica al 2020 (descritta nelle Linee d'azione) della conformazione del parco veicolare medio spezzino.

Riguardo le emissioni da gas metano, gasolio, benzina e GPL resta valido lo stesso coefficiente di emissione specifica già utilizzato per gli andamenti delle emissioni in serie storica. Per l'energia elettrica si è valutata una modifica, nel corso degli anni fino al 2020 del mix elettrico nazionale e locale; in particolare si stima che al 2020 il 25% dell'energia elettrica, in base agli obiettivi europei, sia prodotta da fonte rinnovabile. In tal modo il coefficiente specifico di emissione pesato sul kWh consumato varia secondo il grafico riportato di seguito. Si precisa che al 2007 il 14,9% dell'energia elettrica consumata a livello nazionale risultava prodotta da fonte rinnovabile.

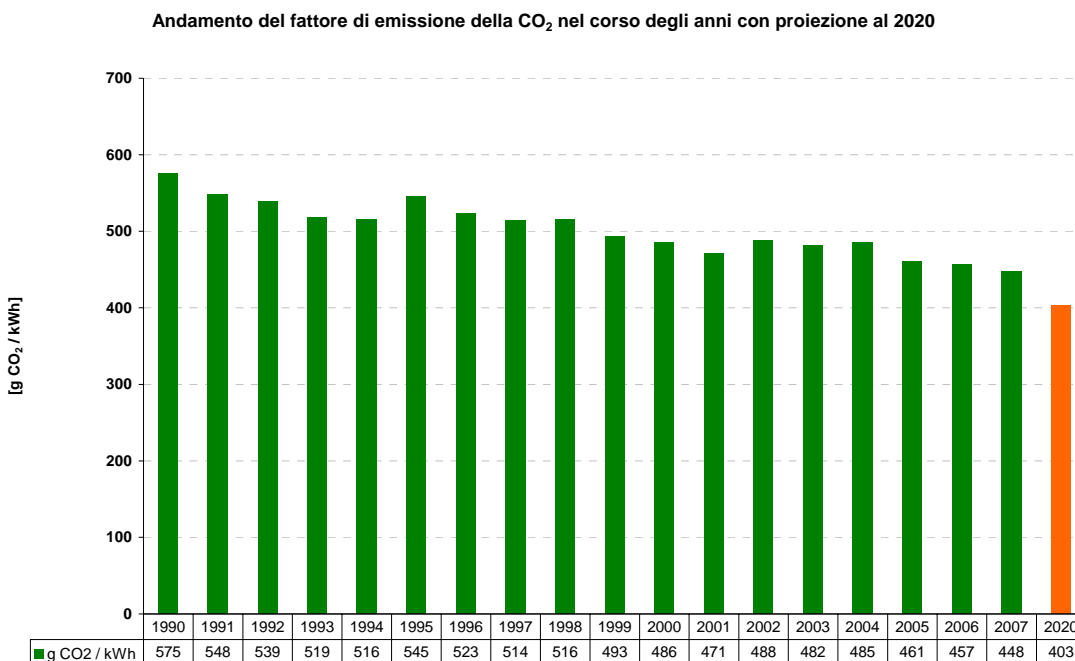


Grafico 4.1.1 Elaborazione Ambiente Italia.

Inoltre, lo stesso coefficiente di emissione al 2020, calcolato pari a 403 g CO<sub>2</sub>/kWh, valutato sul mix elettrico nazionale è stato ulteriormente corretto tenendo conto della quota di energia prodotta da fonte rinnovabile. Anche in questo caso la quota considerata, pari a 7,88 GWh, deriva dalle simulazioni rappresentate nello scenario obiettivo di piano. Considerando che al 2020 il 3% circa dell'energia elettrica consumata localmente risulta prodotta da fonte rinnovabile (fotovoltaico) e pesando il coefficiente di emissione sulle specifiche quote di consumo complessivo, lo stesso fattore si è ridotto a 392 g CO<sub>2</sub>/kWh consumato: questo fattore è stato utilizzato per calcolare le emissioni di CO<sub>2</sub> da usi elettrici locali.

Complessivamente si stima una riduzione percentuale del 14% circa (pari a 56.387 tonnellate di CO<sub>2</sub> in meno), come descritta dal grafico seguente. Il 50% della riduzione percentuale annettibile alle specifiche politiche descritte in questo documento si lega alle evoluzioni della normativa vigente a livello regionale, nazionale e comunitario o all'evoluzione del mix elettrico nazionale. In tal senso, una riduzione di 28.246 tonnellate di CO<sub>2</sub> risulta già raggiungibile senza l'applicazione di specifiche politiche comunali. Invece la restante quota del 50% della riduzione percentuale fa invece riferimento all'applicazione delle linee d'azione descritte nei documenti di piano.

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nello scenario obiettivo al 2020.

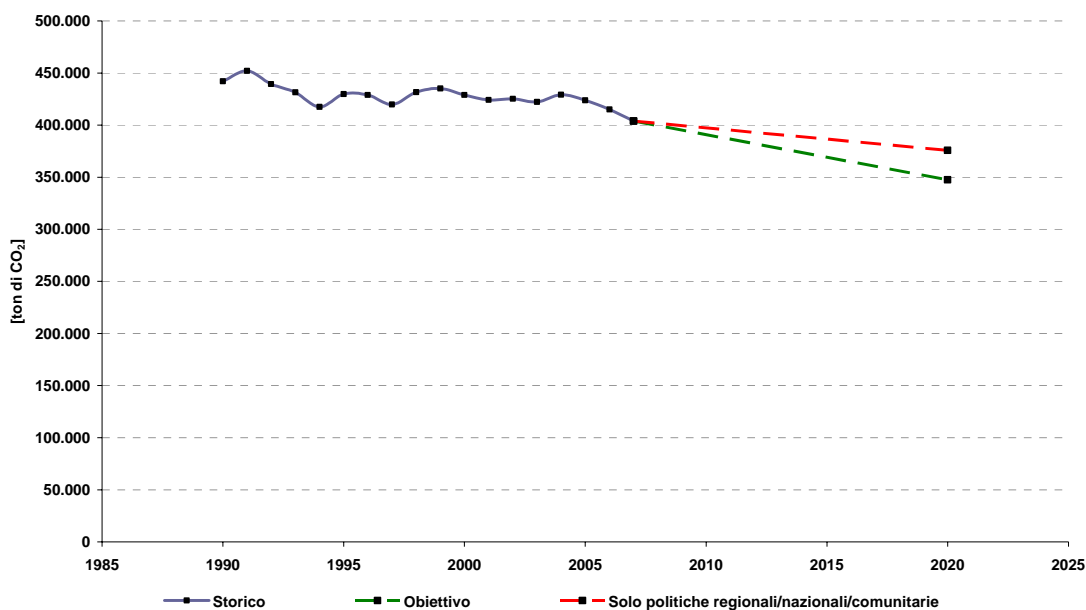


Grafico 4.1.2 Elaborazione Ambiente Italia.

La tabella seguente disaggrega in quote percentuali e in valore assoluto la riduzione complessiva di CO<sub>2</sub> per singolo vettore energetico utilizzato nel sistema energetico spezzino, fra 2007 e 2020.

Vettori	CO <sub>2</sub> [%]	CO <sub>2</sub> [kg di CO <sub>2</sub> ]
Olio comustibile	-67%	-6.278
Gasolio	-18%	-15.267
Benzina	-23%	-11.567
GPL	+188%	+2.480
Energia elettrica	-22%	-30.534
Gas naturale	+4%	+4.779

Tabella 4.1.1 Elaborazione Ambiente Italia.

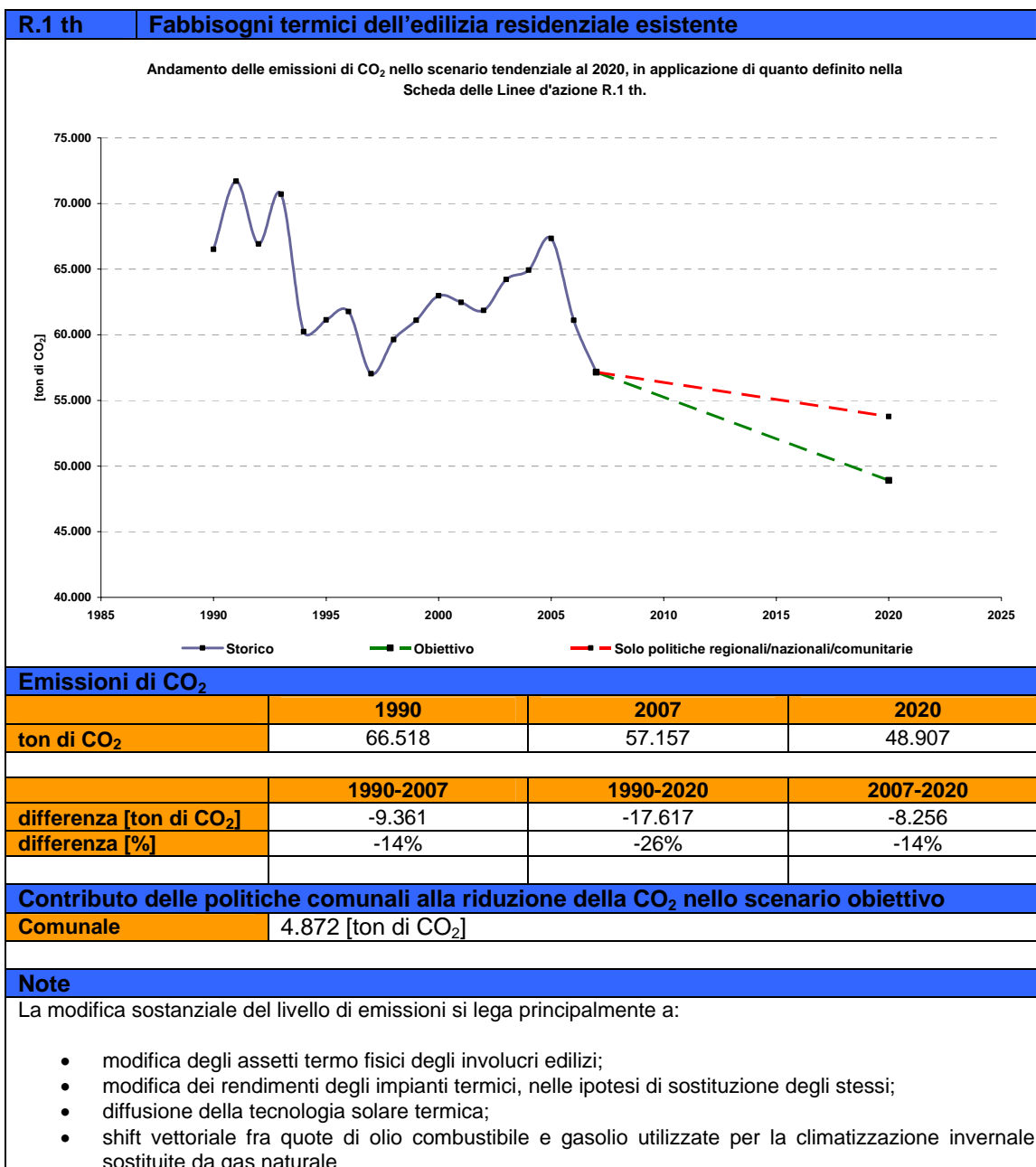
La tabella seguente, infine, disaggrega le riduzioni percentuali ed in valore assoluto per singolo settore di attività.

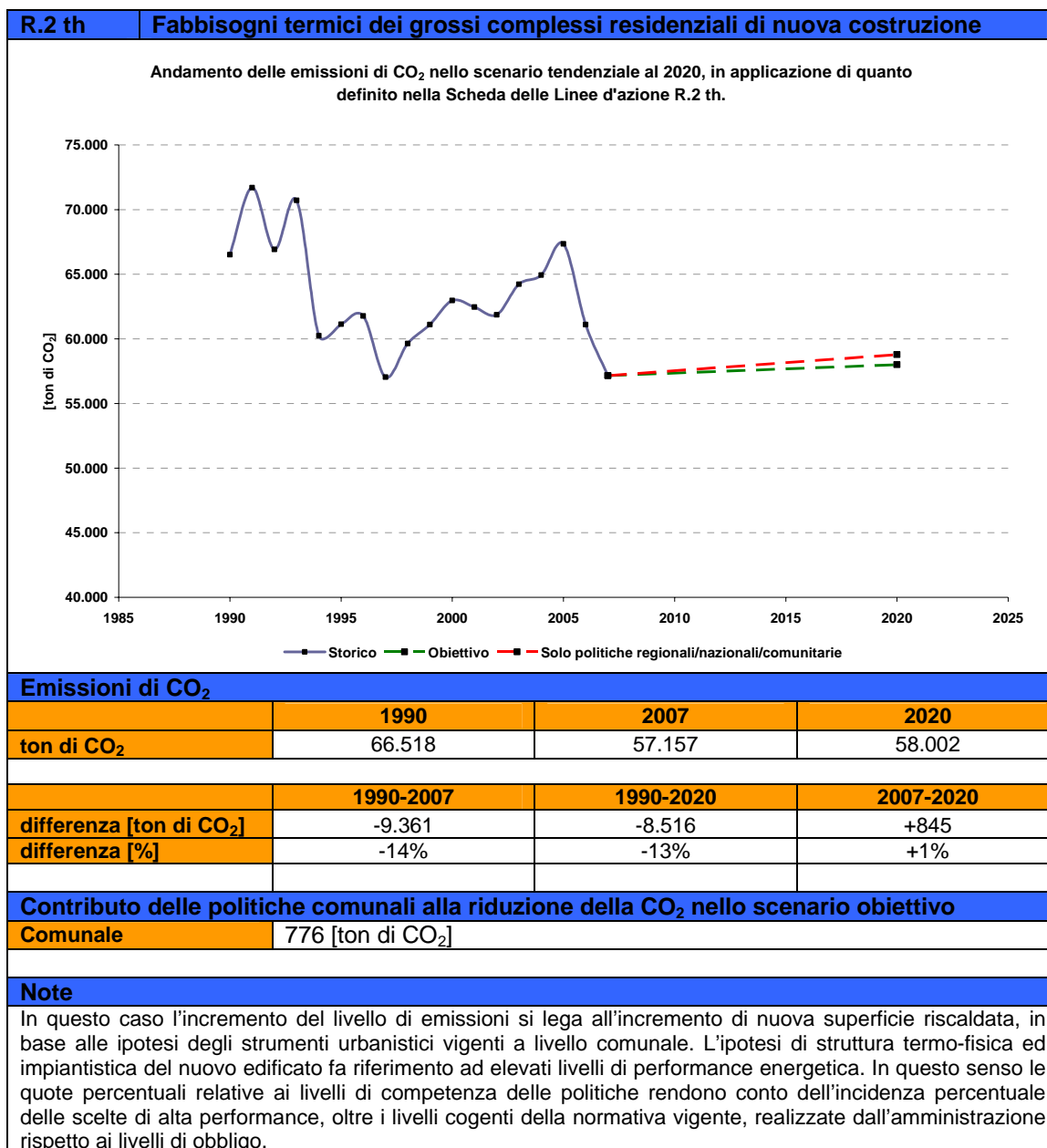
Settore di attività	2007 [ton CO <sub>2</sub> ]	2020 [ton CO <sub>2</sub> ]	2007-2020 [ton CO <sub>2</sub> ]	2007-2020 [%]
Residenziale	104.257	84.583	19.674	-19%
Terziario	64.318	57.961	6.357	-10%
Industria	126.248	115.380	10.868	-9%
Trasporti	108.642	89.529	19.113	-18%

Tabella 4.1.2 Elaborazione Ambiente Italia.

Le schede seguenti riassumono l'andamento delle emissioni per singola linea d'azione considerata. Le singole schede non cumulano i risultati degli interventi descritti nelle precedenti, descrivendo, in tal modo, l'incidenza specifica del singolo intervento sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica.

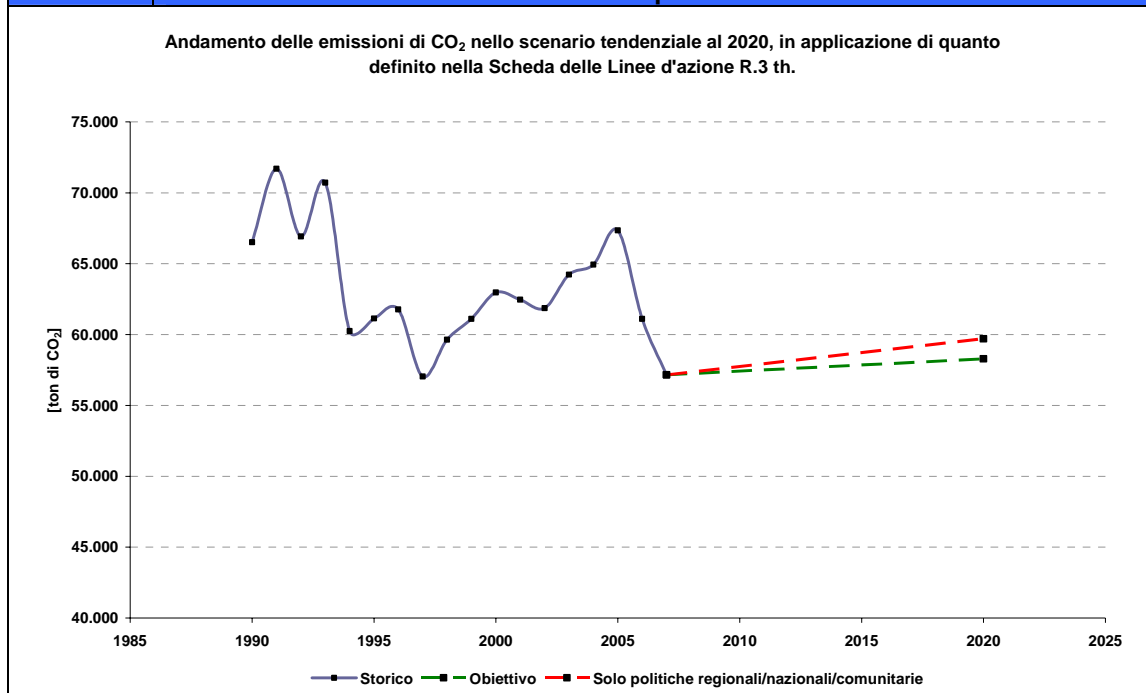
In coda alla singola scheda sono indicati i livelli di incidenza delle specifiche politiche comunali e di quelle nazionali e comunitarie alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.







**R.3 th Fabbisogni termici negli edifici residenziali di nuova costruzione di taglia medio-piccola**



Emissioni di CO <sub>2</sub>			
	1990	2007	2020
ton di CO <sub>2</sub>	66.518	57.157	58.280
	1990-2007	1990-2020	2007-2020
differenza [ton di CO <sub>2</sub> ]	-9.361	-8.516	+1.123
differenza [%]	-14%	-13%	+2%

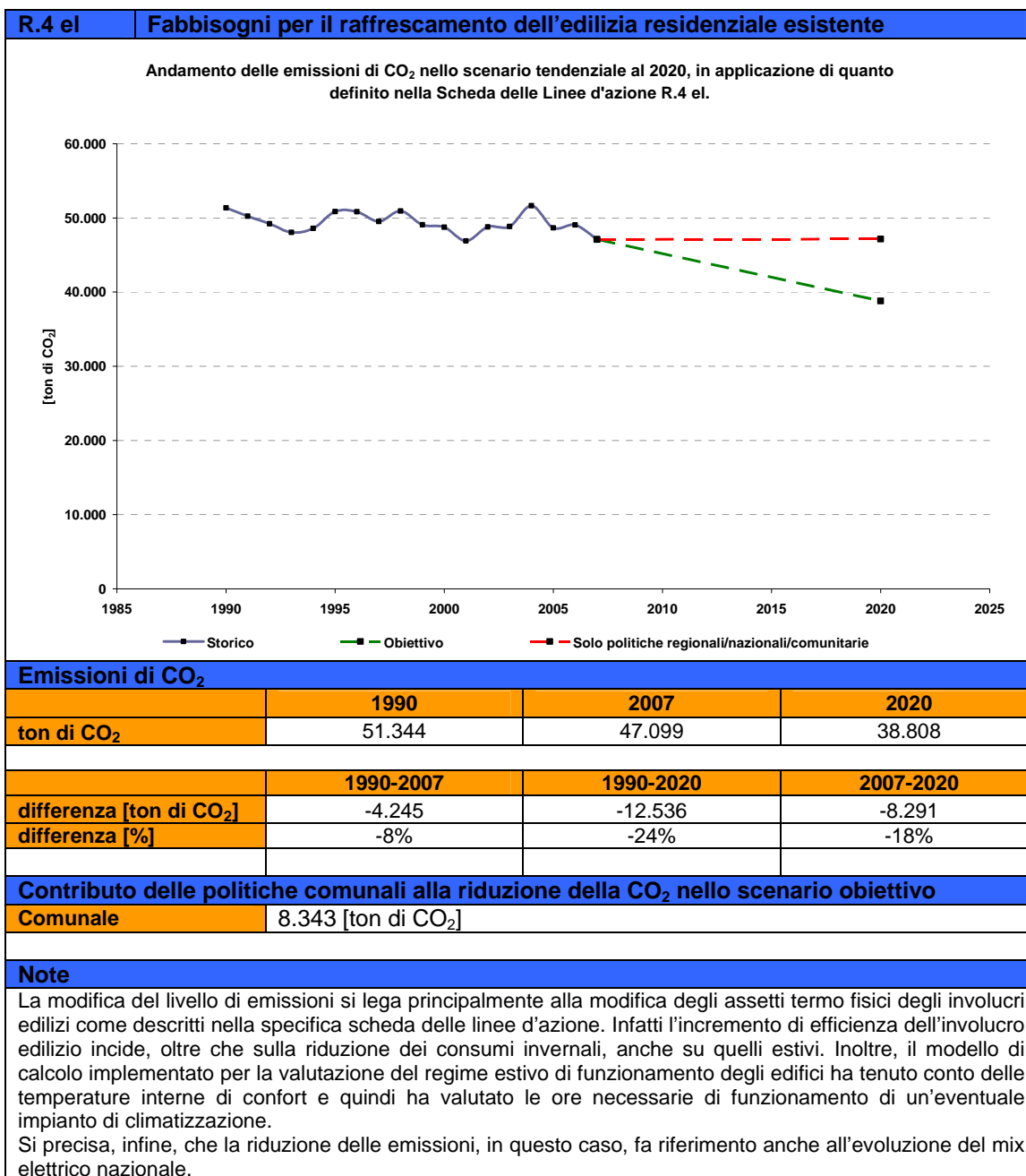
Contributo delle politiche comunali alla riduzione della CO <sub>2</sub> nello scenario obiettivo	
Comunale	1.421 [ton di CO <sub>2</sub> ]

**Note**

In questo caso l'incremento del livello di emissioni si lega all'incremento di nuova superficie riscaldata per edifici di tagli medio-piccola, in base alle ipotesi degli strumenti urbanistici vigenti a livello comunale. L'ipotesi di struttura termo-fisica ed impiantistica del nuovo edificato fa riferimento, anche in tal caso, ad elevati livelli di performance energetica. In particolare:

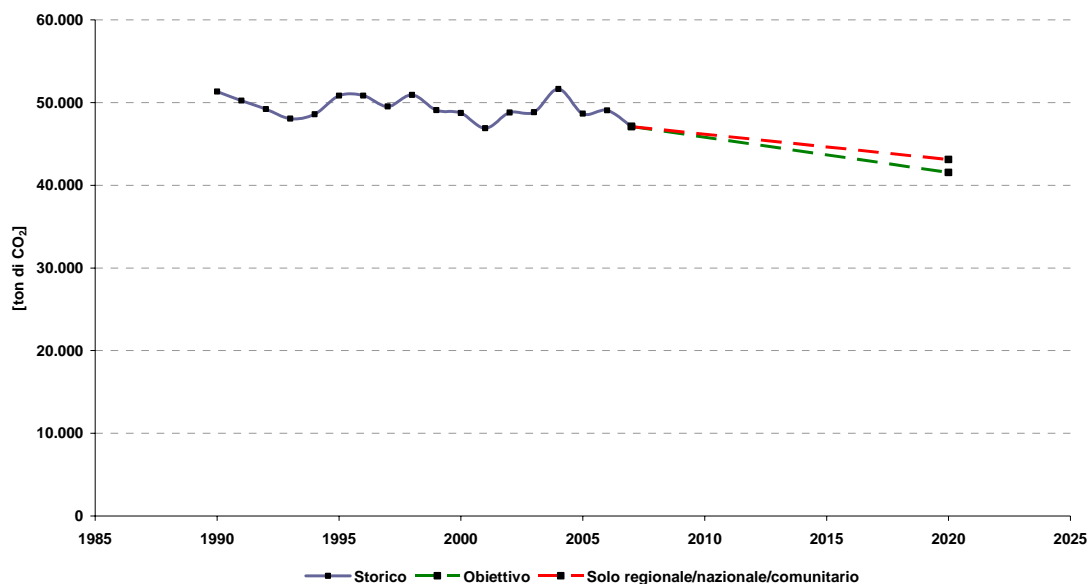
- si sono applicati i limiti di trasmittanza al 2010 definiti per accedere al meccanismo del 55% dal Decreto Edifici (D.M. 22 marzo 2008);
- sono stati considerati livelli prestazionali elevati per i sistemi di generazione del calore (caldaie a condensazione) e per i vari sottosistemi impiantistici parte dell'impianto termico;
- si è ipotizzato che l'impianto solare termico fosse in grado di coprire il 50% del fabbisogno di ACS, rispetto al 30% cogente a livello regionale.

Anche in tal caso, trattandosi di un incremento delle emissioni rispetto ai valori attestati al 2007, le quote percentuali relative ai livelli di competenza delle politiche rendono conto dell'incidenza percentuale delle scelte di alta performance, oltre i livelli cogenti della normativa vigente, realizzate dall'amministrazione rispetto ai livelli di obbligo.



**R.5 el Fabbisogni per il raffrescamento nei grossi complessi residenziali di nuova costruzione**

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nello scenario tendenziale al 2020, in applicazione di quanto definito nella Scheda delle Linee d'azione R.5 el.



**Emissioni di CO<sub>2</sub>**

	1990	2007	2020
<b>ton di CO<sub>2</sub></b>	51.344	47.099	41.552
	<b>1990-2007</b>	<b>1990-2020</b>	<b>2007-2020</b>
<b>differenza [ton di CO<sub>2</sub>]</b>	-4.245	-9.792	-5.547
<b>differenza [%]</b>	-8%	-19%	-12%

**Contributo delle politiche comunali alla riduzione della CO<sub>2</sub> nello scenario obiettivo**

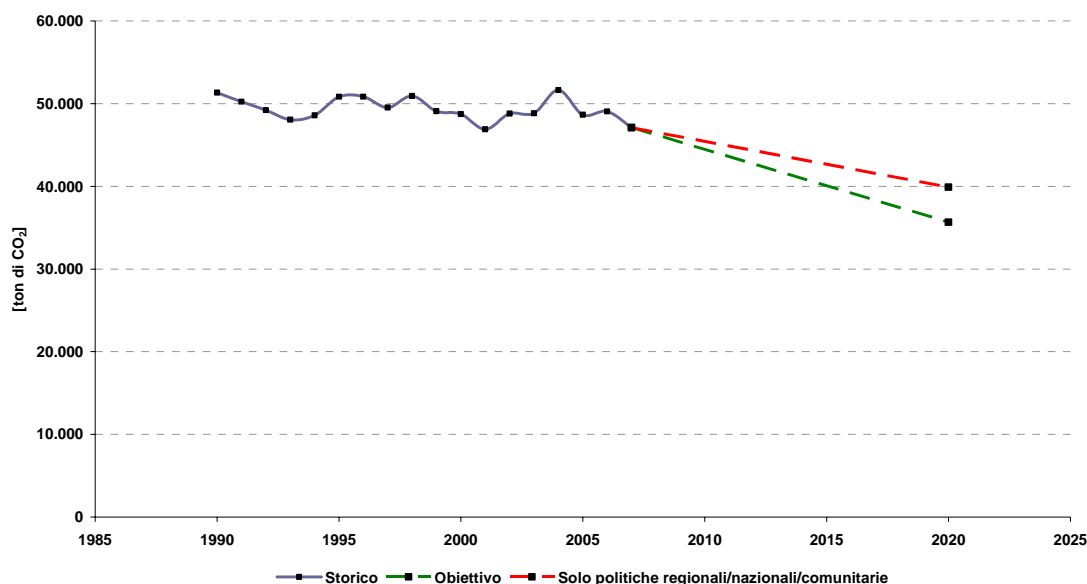
<b>Comunale</b>	1.569 [ton di CO <sub>2</sub> ]
-----------------	---------------------------------

**Note**

In questa scheda, sebbene si simuli l'eventuale ulteriore fabbisogno elettrico per la climatizzazione estiva, in base alla creazione di nuove superfici residenziali al 2020, l'evoluzione delle emissioni risulta in decrescita. Questo si lega principalmente alla modifica del mix nazionale, corretto tenendo conto della produzione rinnovabile locale, stimata dallo stesso piano.

**R.6 el**      **Gli usi finali elettrici nel settore residenziale**

Andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nello scenario tendenziale al 2020, in applicazione di quanto definito nella Scheda delle Linee d'azione R.6 el.



**Emissioni di CO<sub>2</sub>**

	1990	2007	2020
<b>ton di CO<sub>2</sub></b>	51.344	47.099	35.672
	<b>1990-2007</b>	<b>1990-2020</b>	<b>2007-2020</b>
<b>differenza [ton di CO<sub>2</sub>]</b>	-4.245	-15.672	-11.427
<b>differenza [%]</b>	-8%	-31%	-24%

**Contributo delle politiche comunali alla riduzione della CO<sub>2</sub> nello scenario obiettivo**

<b>Comunale</b>	4.225 [ton di CO <sub>2</sub> ]
-----------------	---------------------------------

**Note**

In questo caso gli elementi incidenti nella valutazione delle emissioni si legano principalmente a:

- modifiche tecnologiche dei dispositivi elettrici che consumano energia nelle abitazioni;
- implementazione di nuove apparecchiature tecnologiche e sostituzione di quelle vetuste;
- eliminazione delle lampade ad incandescenza;
- modifica del mix elettrico nazionale corretto su base locale.

