



**EMISSIONI DI CO₂ ANNUE
DALLA COMBUSTIONE DI
COMBUSTIBILI FOSSILI IN
LIGURIA DAL '90 AL '98**

**P.G. Catoni, S. La Motta, G. Perrella, D.
Santino**

1	Introduzione	1
2	Metodologia di inventario	2
2.1	Generalità	2
2.2	Descrizione dei metodi di riferimento e settoriale dell'IPCC	2
3	Risultati ottenuti e discussione	5
3.1	Risultati ottenuti	5
3.2	Discussione	14
4	Bibliografia	17
	Allegato I.....	18

1 Introduzione

Il Protocollo di Kyoto del 1997 (1) prevede per i Paesi industrializzati una riduzione media complessiva del 5,2% rispetto al 1990 delle emissioni dei gas ad effetto serra, da realizzare nel periodo 2008-2012. All'Unione Europea spetta nel suo insieme una riduzione dell'8% mentre, all'interno della UE la divisione differenziata degli oneri tra gli Stati Membri attribuisce all'Italia una riduzione delle emissioni del 6,5%.

Nel Novembre 1998 il Comitato Italiana per la Programmazione Economica (CIPE) ha approvato il piano governativo italiano per la riduzione delle emissioni delle emissioni di gas serra, che è incentrato principalmente su interventi di ammodernamento del parco delle centrali termoelettriche e dei sistemi di trasporto. Pertanto, le principali azioni nazionali individuate riguardano: l'aumento di efficienza del parco elettrico, la riduzione dei consumi energetici nel settore trasporti, la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Le Regioni, a seguito delle norme sul decentramento amministrativo, saranno chiamate a contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni. A questo scopo è essenziale per le Regioni dotarsi di un sistema di contabilità delle emissioni dei gas ad effetto serra.

In questo lavoro si sono calcolate le emissioni di CO₂ provenienti dal settore energetico nella Regione Liguria per gli anni dal 1990 al 1998. Tale scelta è motivata dalla constatazione che l'anidride carbonica (CO₂) costituisce circa l'80% delle emissioni totali di gas alteranti del clima e che essa ha origine principalmente dalla combustione di fonti energetiche contenenti carbonio.

Il calcolo delle emissioni di CO₂ è stato eseguito utilizzando le metodologie elaborate dall'Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC, 1996).

I dati di base utilizzati per stimare le emissioni regionali di CO₂ sono stati tratti dai Bilanci Energetici Regionali (BER) redatti dall'Ufficio statistico dell'ENEA.

2 Metodologia di inventario

2.1 Generalità

Il calcolo delle emissioni della CO₂ è stato eseguito seguendo le linee guida dell'Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC). Tale organismo è stato fondato nel 1988 dal World Meteorological Organization (WMO) e dal United Nations Environmental Programme (UNEP) con lo scopo di valutare gli aspetti tecnico-scientifici e socio-economici rilevanti per la comprensione del rischio di cambiamenti climatici indotti dalle attività antropiche.

Uno dei compiti dell'IPCC è quello di proporre metodologie per la costruzione degli inventari delle emissioni nazionali di gas ad effetto serra ed in particolare indica, per quanto riguarda la CO₂ due metodi: uno, detto metodo settoriale o "bottom-up" che parte dagli usi finali settoriali del combustibile e l'altro cosiddetto di Riferimento che, stima la quantità di carbonio totale immessa nel sistema energetico (metodologia del tipo "top-down") partendo non dai dati di utilizzo finale bensì dalle quantità di combustibili primari (petrolio greggio, carbone e gas naturale) e secondari (benzine, gasoli, coke, etc.) immessi nel sistema energetico nazionale. Il metodo di riferimento è generalmente più semplice da applicare rispetto al metodo settoriale in quanto ha bisogno di una quantità minore di dati in input mentre, il metodo settoriale è più complicato in quanto richiede dati in input in forma più disaggregata ma fornisce, in compenso, informazioni più dettagliate sui settori dai quali si originano le emissioni di CO₂. La scelta dei due metodi viene lasciata all'utilizzatore che deciderà quale metodo utilizzare in base alla qualità e disaggregazione dei dati disponibili.

L'inventario IPCC contabilizza le emissioni di gas ad effetto serra imputandole al territorio nel quale effettivamente esse hanno luogo. Questo vuol dire che, ad esempio, una regione come la Liguria, forte esportatrice di energia elettrica, risulta avere una maggiore quantità di emissioni di CO₂ pro-capite, rispetto ad un'altra regione in cui tale energia viene importata.

2.2 Descrizione dei metodi di riferimento e settoriale dell'IPCC

Qui di seguito verranno descritte per sommi capi le principali caratteristiche delle metodologie settoriali e di riferimento dell'IPCC.

Seguendo la metodologia di riferimento (IPCC revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 2, cap.1, pag. 1-8) (2), le emissioni totali di CO₂ dal settore energetico, in un certo territorio e relative ad un determinato periodo di tempo, si calcolano come segue:

- si calcola per ogni tipo di combustibile il consumo energetico apparente¹ interno lordo espresso in unità energetiche (ktep);
- si moltiplica il consumo interno lordo per il relativo fattore di emissione² in modo da valutarne il contenuto di carbonio;
- si calcola la quantità di combustibile che viene utilizzato negli usi cosiddetti non energetici e che quindi non subisce il processo di ossidazione³;
- si sottrae il carbonio non ossidato al carbonio totale in ingresso al sistema energetico ottenendo la quantità di carbonio che viene bruciato;
- si converte tale carbonio ossidato in emissioni di CO₂ tenendo conto di una eventuale combustione incompleta⁴;
- si sommano le emissioni relative ai vari tipi di combustibile.

In allegato 1 è riportato il foglio di lavoro utilizzato per il calcolo delle CO₂ mediante il metodo di riferimento IPCC e relativo alla Regione Liguria per l'anno 1998.

Il consumo energetico regionale apparente interno lordo, di un combustibile primario, si ottiene sommando produzione e saldo import-export e sottraendo la variazione delle scorte e la quota relativa ai bunkeraggi⁵ marittimi ed aerei. Per i combustibili secondari il consumo apparente interno lordo è ottenuto sottraendo al saldo import export la variazione delle scorte ed i bunkeraggi.

La produzione di combustibile secondario non viene computata in quanto il carbonio in essa contenuta è già stata contabilizzata nella fornitura dei combustibili primari dai quali essi derivano.

Moltiplicando i consumi apparenti interni lordi di ciascun combustibile per il relativo fattore di emissione si ottiene la stima della quantità di carbonio che viene immessa nel sistema energetico dal combustibile considerato. Non tutto il carbonio immesso nel sistema energetico viene bruciato e quindi ossidato a CO₂; infatti, una parte di combustibile viene adoperato negli usi cosiddetti non energetici come bitume, lubrificanti, plastiche e fertilizzanti. Sottraendo questa quantità di carbonio non energetico al carbonio totale in ingresso e, tenendo conto di una non perfetta combustione, si ottiene la quantità di carbonio che viene bruciata e quindi il quantitativo di CO₂ emessa.

Le emissioni totali di CO₂ si calcolano sommando i contributi relativi a ciascuna fonte energetica. Quelle provenienti dalla combustione di biomasse vengono calcolate ma non entrano nel computo totale in quanto si assume che la CO₂ dovuta alla loro combustione sia uguale a quella assorbita durante la loro ricrescita (uso sostenibile delle biomasse).

¹ Il consumo apparente differisce dal consumo reale, cioè dalle quantità effettivamente utilizzate dai consumatori finali, in quanto in esso rientrano anche le quantità che i compratori mettono a scorta.

² Per fattore di emissione si intende il contenuto di carbonio per unità energetica del combustibile considerato; la sua unità di misura è espressa in tonnellate di carbonio per terajoule (tC/TJ). La metodologia propone dei fattori di emissione di default, se una nazione o una regione possiede dati più specifici può naturalmente utilizzarli.

³ Il carbonio contenuto in tali combustibili, calcolato mediante l'uso dei fattori di emissione, rimane immagazzinato in prodotti quali: i bitumi, i lubrificanti e le plastiche;

⁴ Si ipotizza che la percentuale di carbonio ossidata a CO₂ sia per i combustibili liquidi, solidi e gassosi, rispettivamente del 99%, 98%, 995%.

⁵ Vengono definiti *bunkeraggi* le quantità di combustibile destinato ai rifornimenti del trasporto marittimo ed aereo fatti ad operatori esteri in ambito territoriale.

Il metodo settoriale calcola le emissioni di CO₂ in ciascun settore di utilizzo finale utilizzando i relativi dati di consumo finale dei combustibili.

I vari settori economici vengono raggruppati nei seguenti quattro macrosettori: trasformazione energetica, industria manifatturiera, trasporti ed un quarto settore che contiene il commerciale/istituzionale, il residenziale, l'agricoltura e la pesca.

Il metodo di riferimento ha il pregio, partendo da pochi dati sui flussi dei combustibili, di fornire in modo semplice il valore totale delle emissioni di CO₂ dal settore energetico. Il metodo settoriale invece, fornendo dati di emissione disaggregati per i vari settori di utilizzo finale, consente di avere una visione più articolata della realtà energetica del territorio.

Il dato di emissione totale calcolato con il metodo settoriale viene sempre confrontato con il corrispondente dato proveniente dal metodo di riferimento. I due dati devono essere necessariamente molto vicini; nella pratica una differenza inferiore a $\pm 2\%$ tra i due valori è considerato un risultato accettabile.

3 Risultati ottenuti e discussione

3.1 Risultati ottenuti

Sono state calcolate le emissioni di CO₂ dal sistema energetico regionale per il periodo 1990-1998. Nella tabella 3-1 sono indicati i valori delle emissioni totali di CO₂ in Liguria calcolati con il metodo settoriale ed il metodo di riferimento. Come si può notare la differenza tra i valori ottenuti con i due metodi è contenuta entro il 2%.

Emissioni totali di CO ₂ (kton) per la Regione Liguria nel periodo '90-'98								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Metodo di Riferimento	22.704	22.498	18.980	17.788	20.921	24.424	21.594	20.412
Metodo Settoriale	23.002	22.565	19.031	17.824	20.867	24.684	21.701	20.516
Diff. (%)	-1,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,3	-1,1	-0,5	-0,5

Tabella 3-1: Confronto delle emissioni totali di CO₂ (kton) in Liguria calcolate con il metodo di riferimento ed il metodo settoriale.

Indice di emissione della CO₂ per la Regione Liguria
(1990=100)

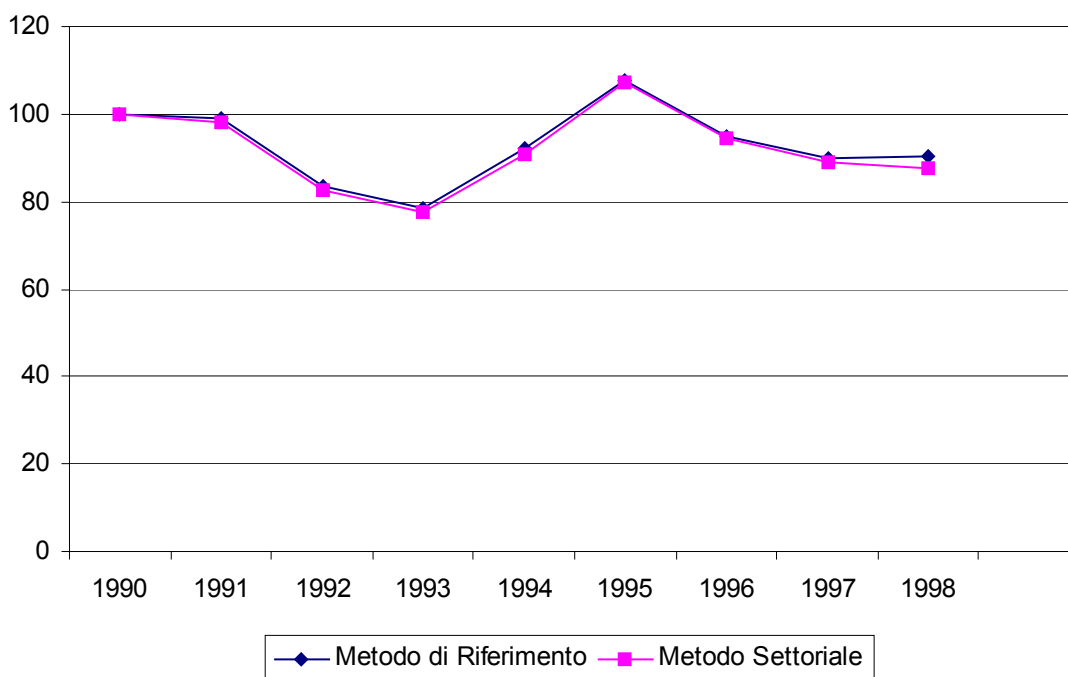


Figura 3-1: Andamento dell'indice di emissione di CO₂ relativo al periodo '90-98 per la Regione Liguria.

Dalla figura 3-1 si nota che, nel periodo '90-'98, le emissioni totali di CO₂ nella Regione Liguria hanno seguito un andamento oscillante con un massimo nel 1995 (circa +7% rispetto al 1990). Nel periodo dal 1995 al 1998, le emissioni totali seguono un andamento decrescente fino ad arrivare, nel 1998 a circa -10% rispetto al dato del '90.

Nella tabella 3-2, le emissioni di CO₂ per tipologia di combustibile e per settore di utilizzo in Liguria per gli anni 1990 e 1998.

Emissioni di CO ₂ (kton)								
	1990				1998			
	solidi	liquidi	gassosi	Totale	solidi	liquidi	gassosi	Totale
Metodo di Riferimento								
	13.765	7.249	1.689	22.704	11.075	7.071	2.325	20.470
Metodo Settoriale								
1. Industrie energetiche								
a. Produz. di elettricità e calore	11864	2801	127	14792	8.720	2.162	259	11.141
b. Raffinerie	0	53	0	53	0	61	0	61
c. Produz. di combustibili solidi	474	0	0	474	525	0	0	525
Sub-totale 1	12338	2855	127	15319	9.244	2.224	259	11.727
2. Industrie Manifatturiere								
a. Siderurgia	724	25	650	1399	1.465	33	291	1.788
b. Metalli non ferrosi	0	0	3	3	0	0	4	4
c. Chimica	0	112	98	210	0	44	160	205
d. Carta	0	9	5	14	0	4	25	29
e. Industria alimentare	0	52	20	71	0	32	26	59
f. Altri	81	330	176	588	36	196	218	450
Sub-totale 2	805	528	953	2285	1.501	310	724	2.534
3. Trasporti								
a. Aviazione Civile	0	0	0	0	0	0	0	0
b. Trasporto Stradale	0	2855	3	2858	0	3.125	11	3136
c. Ferrovia	0	2	0	2	0	2	0	2
d. Navigazione	0	28	0	28	0	36	0	36
Sub-totale 3	0	2884	3	2887	0	3163	11	3174
4. Altri								
a. Commerciali/Istituzionali	0	349	148	497	0	248	300	547
b. Residenziale	20	823	1008	1850	16	647	1.251	1.914
c. Agricoltura e Pesca	0	163	0	163	0	218	0	218
Sub-totale 4	20	1334	1156	2510	16	1.113	1.551	2.680
Totale	13163	7601	2239	23002	10.761	6.810	2.545	20.115

Tabella 3-2 Emissioni di CO₂ (kton) in Liguria

Impieghi di energia (Tj) da fonte fossile per la Regione Liguria								
	1990				1998			
	solidi	liquidi	gassosi	Totale	solidi	liquidi	gassosi	Totale
Settoriale								
energetiche								
elettricità e	120735	36144	2587	159466	88740	27.893	5.029	121.662
b. Raffinerie	0	724	0	724	0	837	0	837
combustibili	4822	0	0	4822	5.340	0	0	5.340
Sub-totale 1	125557	36868	2587	165012	94.080	28.730	5.029	127.839
Manifatturiere								
a. Siderurgia	6692	323	13054	20069	13.809	425	5.567	19.801
ferrosi	0	0	62	62	0	0	78	78
c. Chimica	0	1446	1743	3189	0	574	2.857	3.431
d. Carta	0	118	94	212	0	57	439	496
alimentare	0	666	351	1017	0	417	468	885
f. Altri	750	4376	3203	8329	336	2.592	4.068	6.996
Sub-totale 2	7442	6929	18507	32878	14.145	4.065	13.477	31.687
3. Trasporti								
Civile	0	0	0	0	0	0	0	0
Stradale	0	40436	60	40496	0	44.401	195	44596
c. Ferrovia	0	21	0	21	0	23	0	23
d. Navigazione	0	395	0	395	0	1.016	0	1016
Sub-totale 3	0	40852	60	40912	0	45440	195	45635
4. Altri								
Commerciali/Ist	0	4680	2644	7324	0	3.366	5.342	8.708
b. Residenziale	191	11475	17963	29629	145	8.992	22.300	31.437
Pesca	0	2220	0	2220	0	2.960	0	2.960
Sub-totale 4	191	18375	20607	39173	145	15.318	27.642	43.105
Totale	133190	103024	41761	277975	108.370	93.553	46.343	248.266

Tabella 3-3: Impieghi di energia

In figura 3.2 sono indicati gli impieghi e le emissioni di CO₂ In Liguria per gli anni 1990 e 1998.

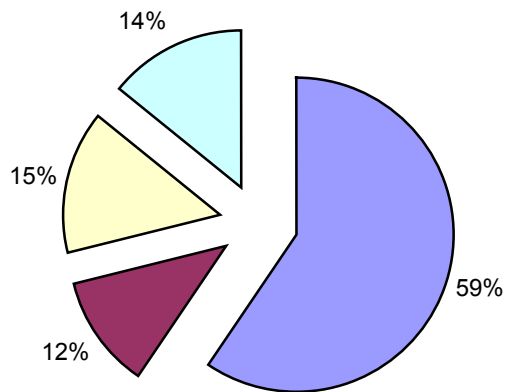
In tabella 3.4 sono indicate le emissioni di CO₂settoriale e le relative percentuali.

	1990		1998	
	CO2(kton)	CO2 (%)	CO2(kton)	CO2 (%)
Industrie energetiche	15319	66,6	11727	58,3
Trasporti	2887	12,6	3174	15,8
Altri	2510	10,9	2680	13,3
Industrie Manifatturiere	2285	9,9	2534	12,6
Totale	23002	100,0	20115	100,0

Tabella 3-4: Emissioni settoriali di CO₂ anni '90 e '98.

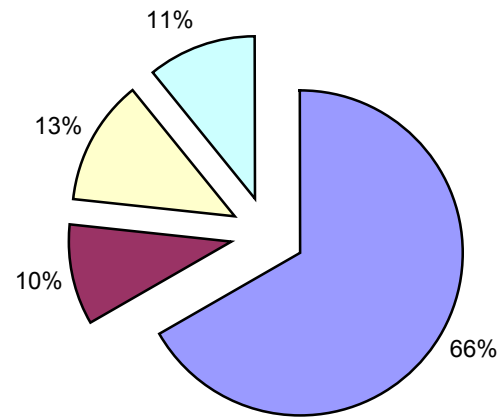
Come risulta dalla tabella 3-4, il settore più importante per la Regione Liguria da un punto di vista delle emissioni di CO₂, risulta essere il settore della generazione di energia elettrica. Tale settore, infatti, è responsabile del 66% delle emissioni di CO₂ totali per l'anno 1990 ed del 58% per l'anno 1998. Il secondo settore più importante per quanto riguarda le emissioni risulta essere il settore trasporti responsabile di 12,% delle emissioni totali nel 1990 e del 15.8% nel 1998. A seguire, il settore indicato con il termine altri, comprendente il commerciale, residenziale, agricoltura e pesca, è risulta essere responsabile del 10,9% delle emissioni totali nel 1990 e del 13,3% nel 1998. Per finire, il settore delle industrie manifatturiere, caratterizzato da una forte presenza della siderurgia, ma anche da industria dei metalli non ferrosi, chimica, carta ed industria alimentare, risulta essere responsabile del 9,9% delle emissioni totali nel 1990 e del 12,6% nel 1998.

Impieghi energetici per settore anno '90 (%)



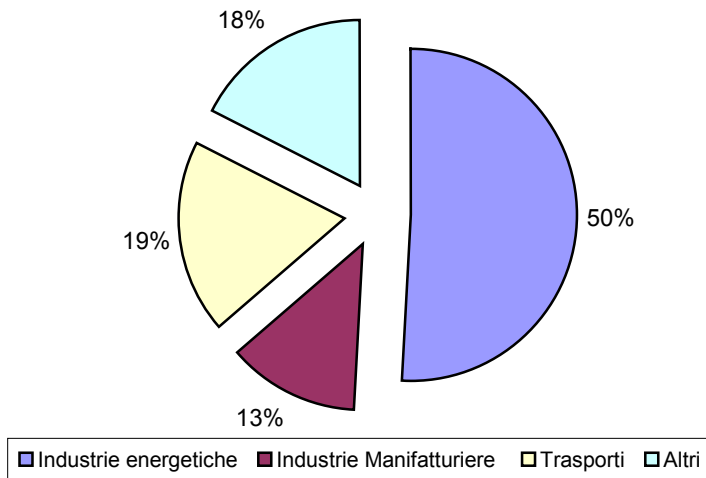
■ Industrie energetiche ■ Industrie Manifatturiere ■ Trasporti ■ Altri

Emissione di CO2 per settore anno '90 (%)



■ Industrie energetiche ■ Industrie Manifatturiere ■ Trasporti ■ Altri

Impieghi energetici per settore anno '98 (%)



Emissione di CO2 per settore anno'98 (%)

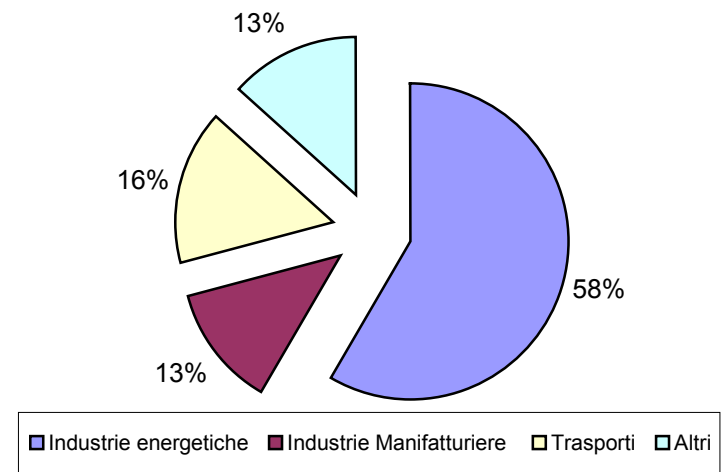


Figura 3-2 Impieghi ed emissioni di CO2 in Liguria negli anni '90 e '98

In figura 3-3 sono indicate le emissioni totali di CO₂ in Liguria per settore di utilizzo per il periodo dal 1990 al 1998.

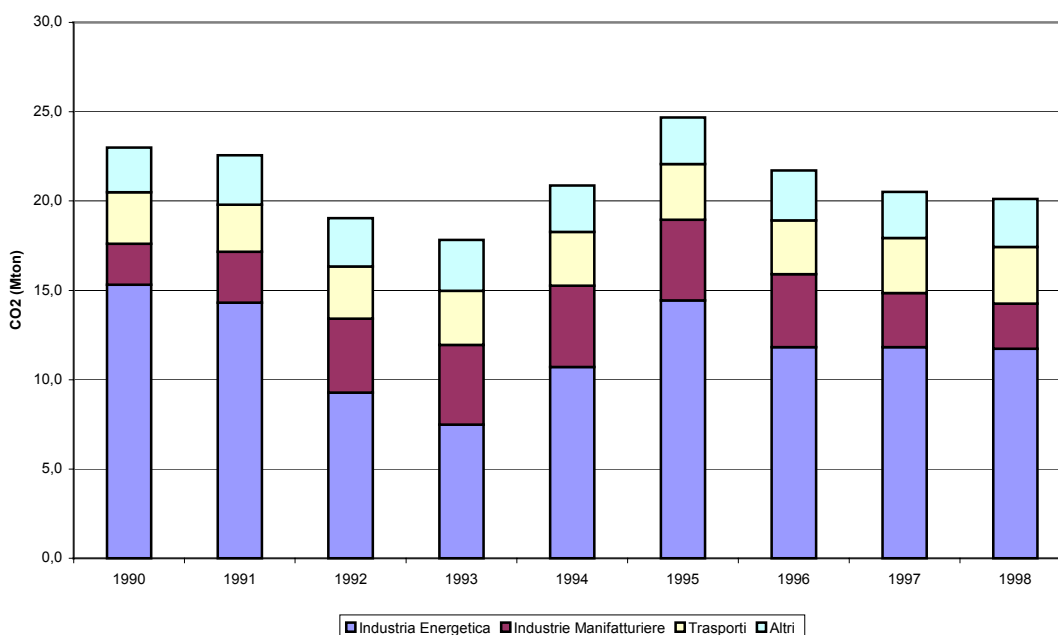


Figura 3-3 Emissioni di CO₂ in Liguria

In figura 3.4 è indicato l'andamento delle emissioni di CO₂ nel settore delle trasformazioni energetiche disaggregato in produzione di energia elettrica, produzione di combustibili solidi secondari ed emissioni nelle raffinerie.

Nella tabella 3-5 sono indicati per gli anni '90 e '98 le emissioni dei sub-settori: produzione di elettricità e calore, raffinerie e produzione di combustibili solidi.

	1990		1998	
	CO2 (Kton)	%	CO2 (Kton)	%
Produzione di elettricità e calore	14793	96,6	11141	95,0
Raffinerie	53	0,3	61	0,5
Produzione di combustibili solidi	474	3,1	525	4,5
Totale	15320	100,0	11727	100,0

Tabella 3-5: Emissioni di CO₂ nel settore trasformazione dell'energia

Le emissioni dovute alla produzione di energia elettrica sono nettamente le più importanti di questo settore, essendo responsabili di oltre il 90% di tali emissioni. Questa situazione è dovuta ad una rilevante presenza in regione dell'industria di generazione di energia elettrica (la Liguria è una forte esportatrice di energia elettrica) e dal fatto che il carbone (con emissione specifica di CO₂ più alta rispetto a tutti gli altri combustibili) è stato il combustibile più impiegato in tale industria nel periodo analizzato.

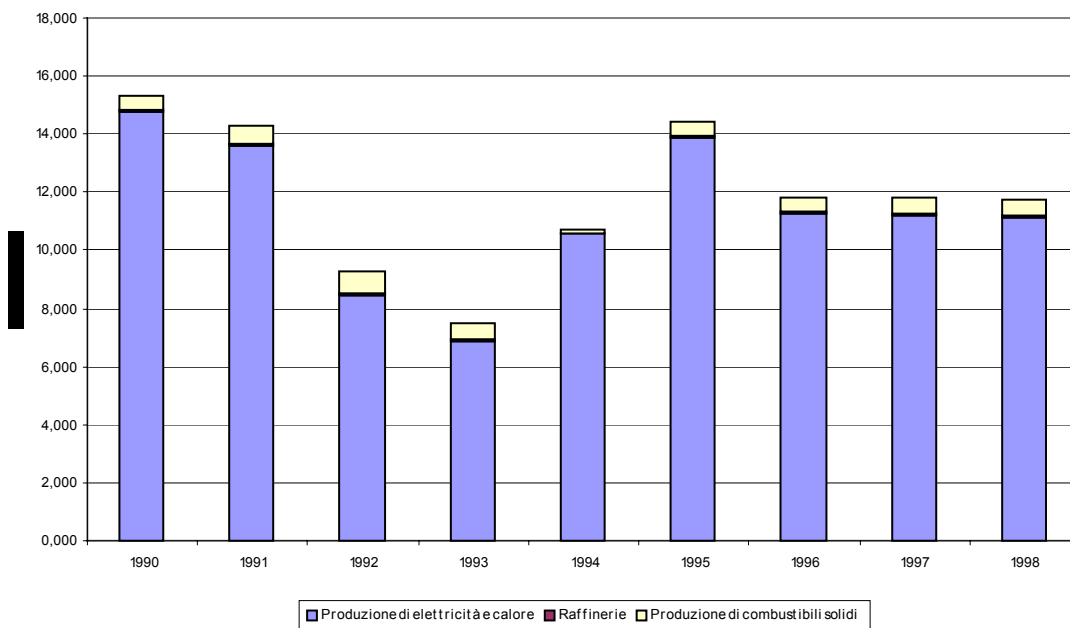


Figura 3-4 Emissioni di CO₂ dal settore delle trasformazioni energetiche

Nella tabella 3-6 sono indicate le emissioni di CO₂ dal settore delle industrie manifatturiere.

L'industria prevalente risulta essere, nel periodo considerato, l'industria siderurgica con forte presenza del carbone e le cui oscillazioni determinano le variazioni di tutto il settore.

	1990		1998	
	CO ₂ (Kton)	%	CO ₂ (Kton)	%
Siderurgia	1399	61,2	1788	70,6
Metalli non ferrosi	3	0,2	4	0,2
Chimica	210	9,2	205	8,1
Carta	14	0,6	29	1,1
Industria alimentare	71	3,1	59	2,3
Altri	588	25,7	450	17,8
Totale	2285	100,0	2534	100,0

Tabella 3-6: Emissioni di CO₂ dal settore delle industrie manifatturiere.

Nella figura 3.5 sono indicate le emissioni di CO₂ dal settore delle industrie manifatturiere nell'intero periodo di tempo dal '90 al '98.

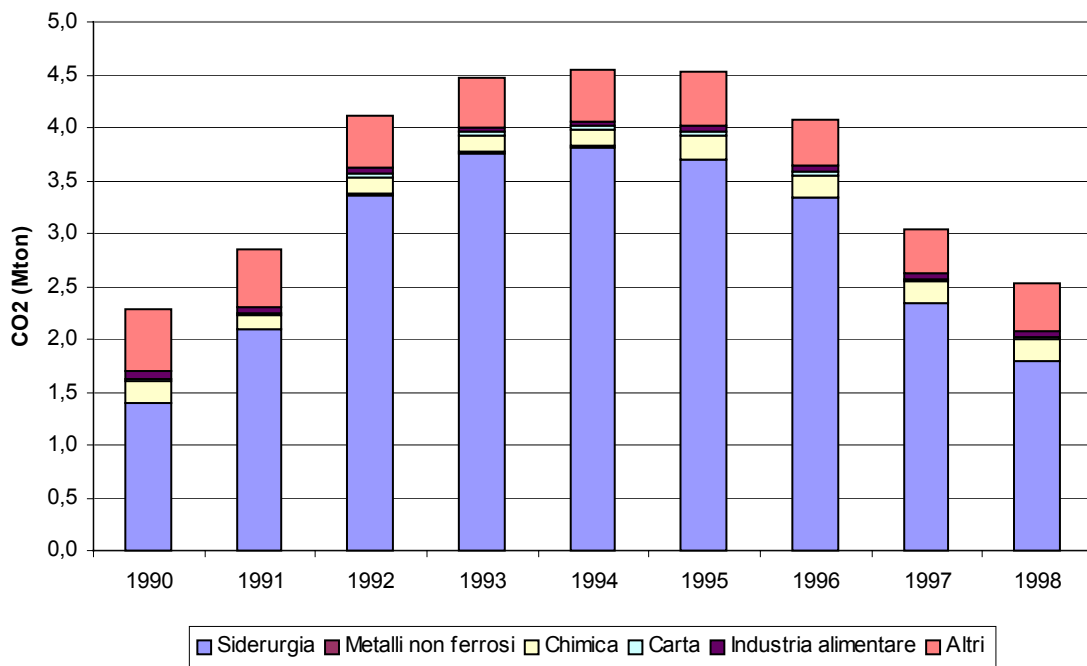


Figura 3-5 Emissioni di CO₂ dal settore industriale

Nella figura 3.6 sono indicate le emissioni di CO₂ relative al trasporto stradale. L'andamento, in linea con la situazione nazionale, evidenzia una tendenza alla crescita di tali emissioni nel periodo considerato.

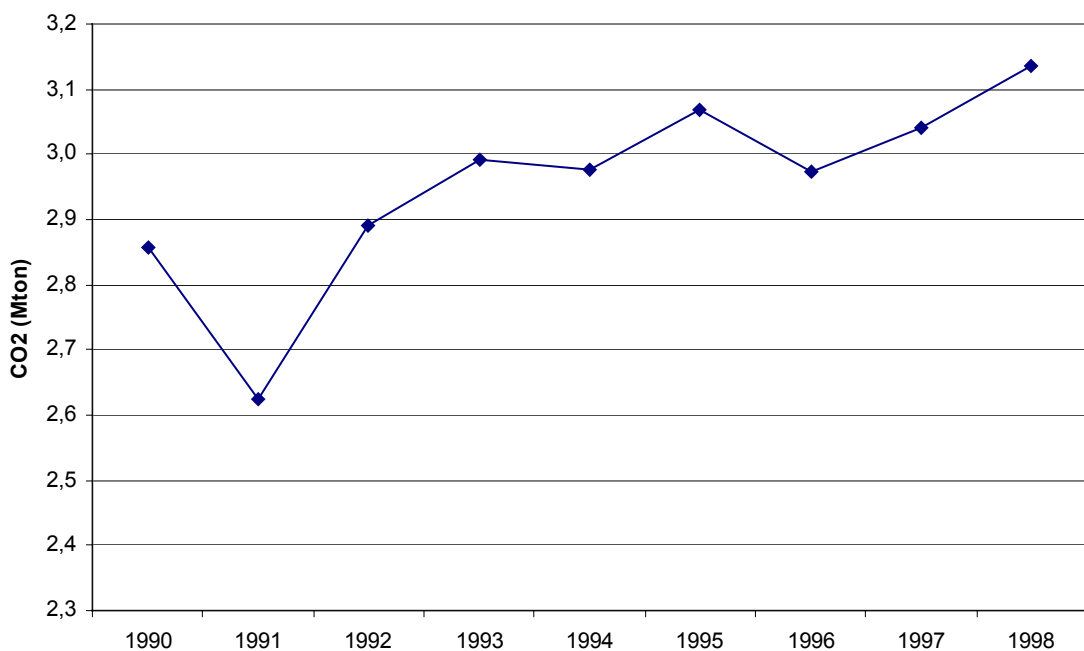


Figura 3-6 Emissioni di CO₂ da trasporto stradale

Nella tabella 3-7 sono indicate le emissioni dall'aggregato "altri settori" per gli anni '90 e '98. In questo caso il settore prevalente risulta essere il settore residenziale,

responsabile per oltre il 71% delle emissioni dell'aggregato. Le emissioni da residenziale sono rimaste sostanzialmente stabili durante il periodo considerato sebbene si sia osservato un aumento dei consumi. Questo è dovuto soprattutto ad una maggiore penetrazione del gas a spese dei combustibili liquidi (gasolio da riscaldamento).

	1990		1998	
	CO2 (Kton)	%	CO2 (Kton)	%
Commerciali/Istituzionali	497	19,8	547	20,4
Residenziale	1850	73,7	1914	71,4
Agricoltura e Pesca	163	6,5	218	8,1
Totale	2510	100	2680	100

Tabella 3-7: Emissioni di CO2 dagli "altri settori".

Nella figura 3.7 sono indicate le emissioni di CO₂ nei settori commerciale/istituzionale, agricoltura/pesca e residenziale per tutto il periodo dal '90 al '98.

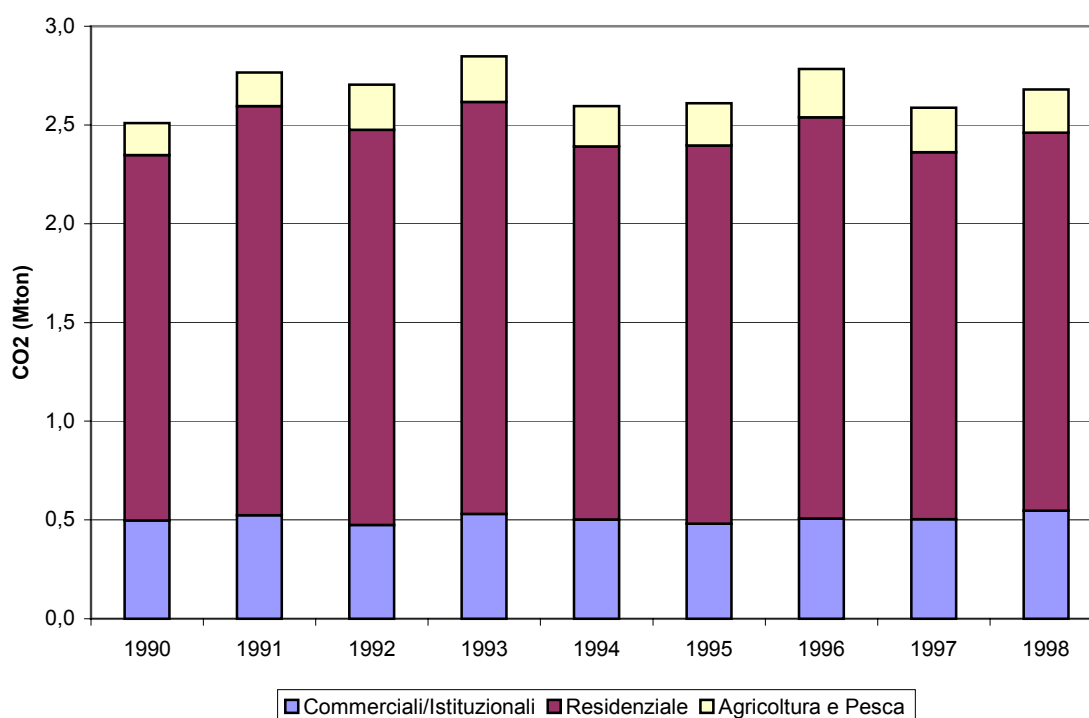


Figura 3-7 Emissioni di CO₂ da altri settori

3.2 *Discussione*

Nelle figure 3.7 e 3.8 sono indicati i confronti tra la regione Liguria e l'Italia nel suo insieme delle emissioni pro-capite e delle emissioni per unità di PIL.

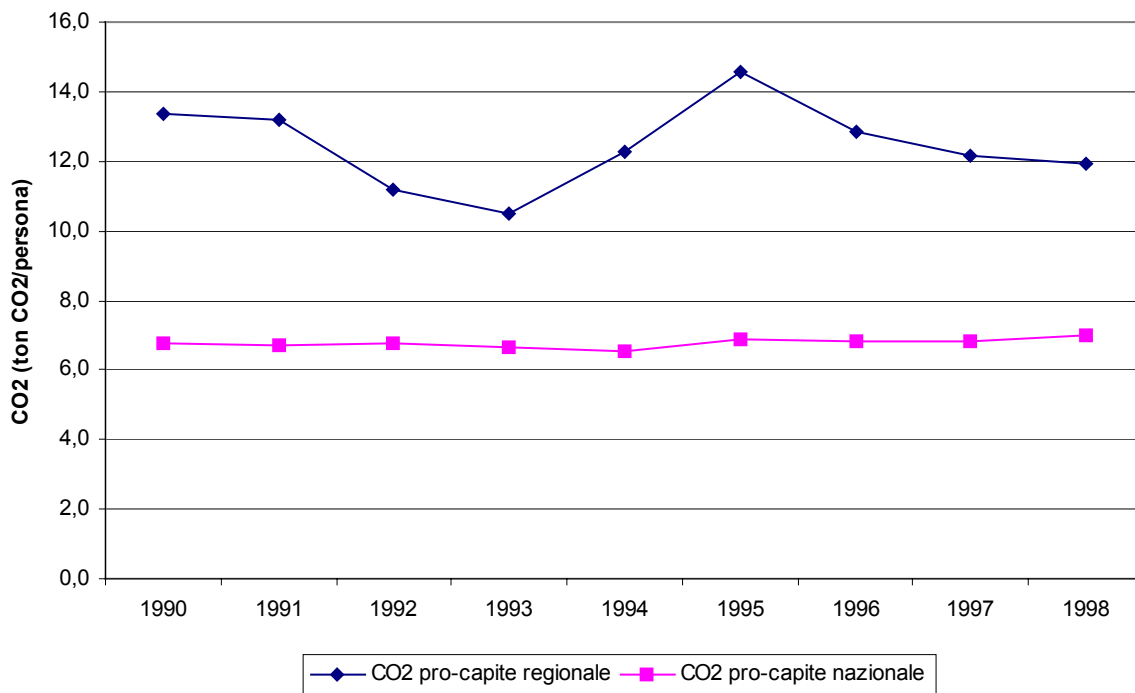


Figura 3-8 Emissioni di CO2 pro capite

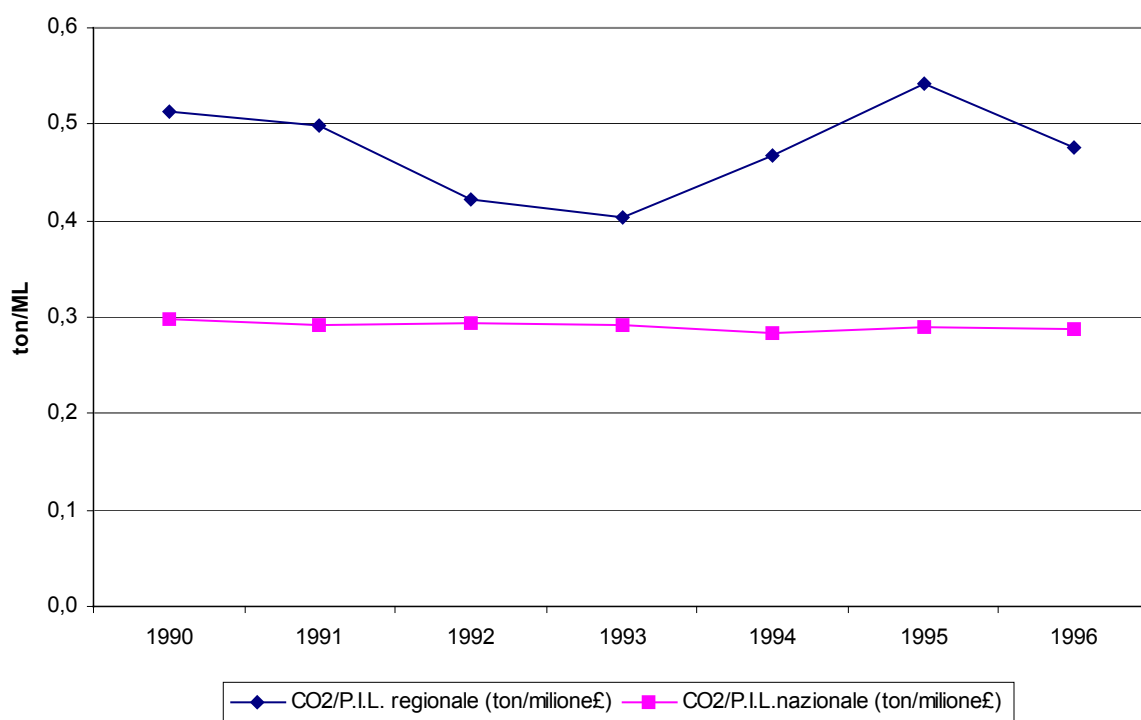


Figura 3-9 Emissioni di CO2 per unità di PIL

Come si può notare dalle figure 3.7 e 3.8, le emissioni di CO₂ della Regione Liguria espresse per unità di abitante e per unità di Prodotto interno lordo, risultano significativamente maggiori rispetto alla media italiana.

Dalla figura 3.2 si evince che il settore della trasformazione dell'energia è responsabile per la Liguria di oltre il 50% delle proprie emissioni di CO₂ e, all'interno del settore trasformazioni, è dominante la produzione di energia elettrica.

Data la sua importanza si ritiene opportuno analizzare in maggior dettagli questa attività.

Nelle tabelle 3.3, 3.4 e 3.5 sono indicati alcuni dati caratterizzanti la produzione di energia elettrica in Liguria, tali dati sono confronti con i corrispondenti dati italiani.

Produzione di elettricità (GWh) Liguria ed Italia 1999			
	Liguria	Italia	Liguria/Italia (%)
Idro	219	51153	0,4
Termoelettrica	11182	182820	6,1
Turbogas	203	14227	1,4
Geo-Solare	0	4537	-
Totale	11604	252737	4,6

Tabella 3-8 Generazione netta di energia elettrica in Liguria ed in Italia (GWh) (Fonte: GRTN Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 1999).

Produzione di energia termoelettrica per fonte -Liguria Italia 1999-							
	Carbone	Lignite	Gas Naturale	Prod. Petrol.	Gas Deriv.	Altri	Totale
Liguria	8707	-	267	3080	259	26	12339
Italia	23782	30	86217	91378	4413	2591	208411
%	36,6	-	0,3	3,4	5,9	1,0	5,9

Tabella 3-4 Produzione lorda di energia termoelettrica tradizionale (GWh) nel 1999 (Fonte: GRTN Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 1999).

Eccedenze/deficit produzione/richiesta elettricità (GWh) -Liguria Italia 1999-					
	Produzione	Richiesta	Eccedenze	Deficit	(Ecc.-Rich)/Rich. (%)
Liguria	11604	6546	5058	-	77,3
Italia	243834	285844	-	42010	-14,7

Tabella 3-5 Eccedenze e deficit produzione/richiesta 1999 (GWh) (Fonte: GRTN Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 1999).

Dalla tabella 3-3 risulta che la Liguria produce il 4,6% dell'energia elettrica italiana; la quasi totalità della produzione è affidata ad impianti termoelettrici tradizionali ed in particolare ad impianti a carbone che producono circa il 75% del totale (vedi tabella 3-4). Inoltre, dalla tabella 3-5 si può notare che la Regione Liguria è esportatrice di energia elettrica ed, in particolare, le sue eccedenze sono pari al 77,3% delle richieste interne. In questa la situazione regionale è assai diversa rispetto alla situazione italiana nel suo insieme in quanto l'Italia è importatrice di energia elettrica; le importazioni sono pari al 14,7% della richiesta.

4 Bibliografia

- 1) Convenzione quadro sui cambiamenti Climatici (<http://www.unfccc.de>);
- 2) Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc.ch> ;
- 3) Bilanci Energetici Regionali 1990 – 1998 della Regione Liguria - ENEA;
- 4) Elettricità combustibili fossili e CO₂, Stefano Consonni, in Energia 2/99;
- 5) GRTN, Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia 1999;
- 6) ENEA: Bilanci ed indicatori energetici regionali –CNEA, 1998;
- 7) ENEA: Rapporto Energia ed Ambiente 2000, Vol.2- I Dati.

Allegato I

TIPOLOGIA DI COMBUSTIBILE			Produ- zione Ktep	Import Ktep	Export Ktep	bunkers Internaz. Ktep	Vari- az. Scorte Ktep	consumo apparente Ktep	consumo apparente (TJ)	fattore emissione (t C/TJ)	Contenuto Carbonio (Gg C)	Carbonio non bruciato (Gg C)	Emissione netta (Gg C)	Frazione di carbone ossidato	Emissioni reali di CO2 (Gg CO ₂)	
Fossili Liquidi	Combust. Primari	Petrolio Greggio	0,00	6.592,18	5.027,05		-16,19	1.581,32	66.206,71	20,00	1.324,13		1.324,13	0,99	4.806,61	
		Altri prodotti petroliferi	0,00					0,00	0,00	17,20	0,00		0,00	0,99	0,00	
	Combust. Secondari	Benzina		572,28	0,00	0,00	0,00	572,28	23.960,07	18,90	452,85	0,00	452,85	0,99	1.643,83	
		Carboturbo		9,75	0,00	9,65	0,00	0,10	4,04	19,50	0,08	0,00	0,08	0,99	0,29	
		Petrolio		4,01	0,00	0,00	0,00	4,01	167,76	19,60	3,29	0,00	3,29	0,99	11,94	
		Gasolio		488,88	0,00	230,02	-5,65	264,51	11.074,48	20,20	223,70	0,00	223,70	0,99	812,05	
		Olio Combustibile		547,58	0,00	381,42	-4,29	170,45	7.136,33	21,15	150,93	0,00	150,93	0,99	547,89	
		GPL		73,52	0,00	0,00	0,00	73,52	3.077,94	17,20	52,94	0,00	52,94	0,99	192,17	
		Nafta		0,00	116,67	0,00	0,00	-3,26	-113,42	-4.748,59	20,00	-94,97	0,00	-94,97	0,99	-344,75
		Bitume e Lubrificanti		211,09					211,09	8.838,07	20,00	176,76	176,76	0,00	0,99	0,00
	Coke di Petrolio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,50	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00		
	Carica Petrolchimica							0,00	0,00	20,00	0,00		0,00	0,99	0,00	
Altro							0,00	0,00		0,00		0,00	0,99	0,00		
Totale Combustibili Liquidi								2.763,85	115.716,81		2.289,71	176,76	2.112,95		7.670,02	
Fossili Solidi	Combust. Primari	Antracite						0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	
		Carbone per Cokerie	0,00	3.137,25	0,00		0,00	3.137,25	131.350,55	25,80	3.388,84	34,50	3.354,34	0,98	12.053,27	
		Carbone da Vapore						0,00	0,00	26,18	0,00		0,00	0,98	0,00	
		Carbone altri usi						0,00	0,00	26,20	0,00		0,00	0,98	0,00	
	Secondari	Lignite	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	27,60	0,00		0,00	0,98	0,00	
	Carbone Coke		0,00	220,51	0,00	0,00	-220,51	-9.232,44	29,50	-272,36		-272,36	0,98	-978,67		
Totale Combustibili Solidi								2.916,74	122.118,11		3.116,49	34,50	3.081,98		11.074,60	
Fossili Gassosi	Gas Naturale	0,00	984,62	0,00		0,00	984,62	41.224,17	15,46	637,33	0,00	637,33	0,995	2.325,18		
Totale								279.059,09		6.043,53	211,26	5.832,26		21.069,79		
Totale Biomasse									0,00		63,96	0,00	63,96		234,52	
	Biomasse Solide	8,34	42,75	0,00		0,00	51,09	2.139,11	29,90	63,96		63,96	1,000	234,52		
	Biomasse Liquide						0,00	0,00		0,00		0,00		0,00		
	Biomasse Gassose						0,00	0,00		0,00		0,00		0,00		

All.1: Schema esemplificativo per il calcolo delle emissioni di CO2 mediante il metodo di riferimento IPCC (Liguria 1998).