



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente



INVENTARIO DELLE EMISSIONI DELLA PROVINCIA DI TRENTO

ANNO 2010

Settore Gestione ambientale
Via Mantova, 16 – 38122 Trento tel. 0461 497700 fax 0461 497757
e-mail: gestione.appa@provincia.tn.it - pec: pianificazione.appa@pec.provincia.tn.it

Relazione dell'attività "Realizzazione dell'inventario delle emissioni per l'anno 2010 e confronto tra l'inventario 2005 e 2007" affidata dall'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente a Cisma S.r.l.- Via Siemens, 19 – 39100 Bolzano

Autori (Cisma S.r.l.)

ing. Andrea Cemin

ing. Chiara Lora

ing. Gianluca Vignoli

ing. Gianluca Antonacci

Responsabile (Cisma S.r.l.)

ing. Andrea Cemin

Sommario

<i>Sommario</i>	1
<i>Indice delle figure</i>	6
<i>Indice delle tabelle</i>	9
<i>Introduzione</i>	1
<i>1 Il sistema INEMAR</i>	3
1.1 Il sistema INEMAR.....	3
1.1.1 Moduli di calcolo	5
1.1.2 Attività.....	6
1.1.3 Caratteristiche spaziali	6
1.2 Gli inquinanti	6
1.2.1 Anidride carbonica	7
1.3 Fattori di emissione	8
1.3.1 Aggiornamento fattori di emissione per impianti di combustione.....	8
1.3.2 Aggiornamento Fattori Emissione per altre Attività	9
1.4 Risultati delle elaborazioni.....	10
<i>2 Moduli di calcolo</i>	11
2.1 Modulo Puntuali.....	11
2.2 Modulo Discariche	12
2.3 Modulo Aeroporti.....	13
2.4 Modulo Riscaldamento	14
2.5 Modulo Diffuse	15
2.6 Modulo Agricoltura.....	15
2.7 Modulo Biogeniche	16

2.8	Modulo Foreste	17
2.9	Modulo Traffico	19
2.9.1	Emissioni lineari.....	21
2.9.2	Emissioni diffuse.....	22
2.10	Modulo Polveri fini	22
2.11	Modulo Emissioni Aggregate	22
3	<i>Fonti dei dati</i>	24
3.1	Macrosettore 01: Produzione energia e trasformazione combustibili.....	24
3.1.1	Settore 01.02: Teleriscaldamento.....	25
3.2	Macrosettore 02: Combustione non industriale	25
3.2.1	Settore 02.01: Impianti commerciali ed istituzionali	25
3.2.2	Settore 02.02: Impianti residenziali	26
3.3	Macrosettore 03: Combustione nell'industria.....	27
3.3.1	Settore 03.01: Combustione nelle caldaie turbine e motori a combustione interna	27
3.3.2	Settore 03.03: Processi di combustione con contatto.....	28
3.4	Macrosettore 04: Processi produttivi	30
3.4.1	Settore 04.02: Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone.....	30
3.4.2	Settore 04.03: Processi nelle industrie di metalli non ferrosi.....	30
3.4.3	Settore 04.05: Processi nelle industrie chimiche organiche.....	30
3.4.4	Settore 04.06: Processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti bevande e altro	31
3.5	Macrosettore 05: Estrazione e distribuzione di combustibili.....	33
3.5.1	Settore 05.05: Distribuzione di benzine	33
3.5.2	Settore 05.06: Reti di distribuzione di gas	33
3.6	Macrosettore 06: Uso di solventi	34
3.6.1	Settore 06.01: Verniciatura	34
3.6.2	Settore 06.02: Sgrassaggio pulitura a secco e componentistica elettronica ..	35
3.6.3	Settore 06.03: Produzione o lavorazione di prodotti chimici.....	35
3.6.4	Settore 06.04: Altro uso di solventi e relative attività.....	36
3.7	Macrosettore 07: Trasporto su strada.....	37
3.7.1	Parco circolante	37
3.7.2	Veicoli pesanti.....	39
3.7.3	Ciclomotori	40
3.7.4	Grafo stradale	41
3.7.5	Traffico associato al grafo.....	41

3.7.6	Combustibili.....	42
3.8	Macrosettore 08: Altre sorgenti mobili e macchinari	45
3.8.1	Settore 8.1: Trasporti militari.....	45
3.8.2	Settore 8.2: Ferrovie.....	45
3.8.3	Settore 8.5: Traffico aereo.....	45
3.8.4	Settore 8.6: Agricoltura.....	46
3.8.5	Settore 8.7: Silvicultura.....	46
3.8.6	Settore 8.8: Industria	46
3.9	Macrosettore 09: Trattamento e smaltimento rifiuti	47
3.9.1	Settore 9.2: Incenerimento rifiuti	47
3.9.2	Settore 9.4: Interramento di rifiuti solidi.....	47
3.9.3	Settore 9.10: Altri trattamenti di rifiuti	47
3.10	Macrosettore 10: Agricoltura	48
3.10.1	Settore 10.01 - Coltivazioni con fertilizzanti	48
3.10.2	Settore 10.02: Coltivazioni senza fertilizzanti	48
3.10.3	Settore 10.04: Fermentazione enterica.....	49
3.10.4	Settore 10.05: Gestione reflui riferita ai composti organici.....	49
3.10.5	Settore 10.09: Gestione reflui riferita ai composti azotati	50
3.10.6	Settore 10.10: Emissioni di particolato dagli allevamenti	50
3.11	Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti	51
3.11.1	Settore 11.03: Incendi di foreste e altra vegetazione	51
3.11.2	Settore 11.06: Acque.....	51
3.11.3	Settore 11.11: Foreste decidue gestite.....	51
3.11.4	Settore 11.12: Foreste gestite di conifere.....	51
3.11.5	Settore 11.25: Altro	52
3.11.6	Settore 11.31: Foreste - assorbimenti.....	52
4	<i>Risultati inventario delle emissioni 2010</i>	53
4.1	Analisi risultati per Macrosettore.....	53
4.1.1	Analisi dei macroinquinanti per Macrosettore.....	53
4.1.2	Analisi dei microinquinanti per Macrosettore.....	57
4.2	Analisi risultati per combustibili.....	60
4.2.1	Analisi dei macroinquinanti per combustibili	60
4.2.2	Analisi dei microinquinanti per combustibili.....	63
4.3	Analisi risultati per Modulo di calcolo.....	66
4.3.1	Analisi dei macroinquinanti per Modulo di calcolo.....	66
4.3.2	Analisi dei Microinquinanti per Modulo di calcolo.....	66

4.4	Analisi delle emissioni mobili.....	71
4.5	Rappresentazione grafica dei risultati	76
4.5.1	Emissioni totali provinciali per macroinquinante	76
4.5.2	Emissioni Puntuali provinciali per macroinquinante	85
4.5.3	Emissioni Lineari provinciali per macroinquinante	86
5	<i>Confronto inventari 2005-2007-2010</i>	99
5.1	Macrosettore 01: Produzione energia e trasformazione combustibili.....	102
5.2	Macrosettore 02: Combustione non industriale	104
5.2.1	Ricalcolo Settore 02.02 – combustione legna ad uso domestico, per inventari 2005 e 2007 e confronto con 2010.....	105
5.3	Macrosettore 03: Combustione nell'industria.....	108
5.4	Macrosettore 04: Processi produttivi	110
5.5	Macrosettore 05: Estrazione e distribuzione di combustibili.....	112
5.6	Macrosettore 06: Uso di solventi	113
5.7	Macrosettore 07: Trasporto su strada.....	115
5.8	Macrosettore 08: Altre sorgenti mobili e macchinari	116
5.9	Macrosettore 09: Trattamento e smaltimento rifiuti	117
5.10	Macrosettore 10: Agricoltura	118
5.11	Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti	120
6	<i>Conclusioni e proposte di approfondimento</i>	122
7	<i>Riferimenti Bibliografici</i>	123
8	<i>ALLEGATI</i>	126
8.1	Classificazione SNAP97	126
8.2	Analisi Modulo Puntuali	130
8.2.1	Macrosettore 01: Produzione energia e trasformazione combustibili.....	130
8.2.2	Macrosettore 02: Combustione non industriale	130
8.2.3	Macrosettore 03: Combustione nell'industria.....	130
8.2.4	Macrosettore 04: Processi produttivi	130
8.2.5	Macrosettore 06: Uso di solventi	130
8.2.6	Macrosettore 09: Trattamento e smaltimento rifiuti	130
8.2.7	Emissioni sotto soglia rilevamento	130
8.3	Analisi dei Moduli Traffico (Lineare e Diffuse).....	131
8.3.1	Lunghezza del grafo stradale	131
8.3.2	Traffico associato al grafo (Traffico Lineare).....	131
8.3.3	Confronti emissioni e percorrenze autostrada / altre strade	133
8.3.4	Conclusioni	136

8.4	Analisi dati Modulo Agricoltura	137
8.5	Analisi dati Modulo Biogeniche	139
8.6	Analisi dati Modulo Discariche	141
8.6.1	Considerazione su rifiuti conferiti in discarica ed emissioni associate.....	141
8.7	Analisi dati Modulo Foreste.....	142
8.8	Combustibili fossili: gas metano, gasolio, olio, GPL.....	145
8.8.1	GAS Metano.....	145
8.9	Fattori di emissione	147
8.9.1	Macrosettore 01 - Produzione energia e trasformazione combustibili.....	147
8.9.2	Macrosettore 02 - Combustione non industriale	148
8.9.3	Macrosettore 03 - Combustione nell'industria.....	152
8.9.4	Macrosettore 06 - Uso di solventi	154
8.9.5	Macrosettore 08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	155
8.9.6	Macrosettore 11 - Altre sorgenti e assorbimenti	156
8.10	Analisi combustibile legna per riscaldamento domestico Settore 02.02.....	157
8.10.1	Stima dell'indicatore: consumo di legna.....	157
8.10.2	Stima delle variabili proxy: consumi comunali	158
8.10.3	Suddivisione dei sistemi di combustione	159

Indice delle figure

Figura 1: Architettura server/client del sistema INEMAR.....	3
Figura 2: Schermata principale del client Forms INEMAR.....	4
Figura 3 - Interfaccia forms INEMAR6 lancio procedure	5
Figura 4 - Raffigurazione del ciclo Landing Taking Off del Modulo Aeroporti	13
Figura 5 - Schema di flusso della Funzione di Richards per la stima della provvigione per ettaro, per il Modulo Foreste.....	18
Figura 6 - Andamento del parco circolante regionale	38
Figura 7 - Andamento del parco circolante (esclusi i veicoli a due ruote) suddiviso per categorie legislative.....	38
Figura 8 - Suddivisione del parco circolante 2010 per categorie legislative (esclusi i veicoli a due ruote).....	39
Figura 9 - Andamento del parco circolante (esclusi i veicoli a due ruote) suddiviso per tipo di combustibile.....	39
Figura 10 - Andamento dei parco circolante relativo ai veicoli pesanti.....	40
Figura 11 - Andamento dei consumi di gasolio attribuiti al Traffico Lineare e Diffuso.....	44
Figura 12 - Andamento dei consumi di benzina verde attribuiti al Traffico Lineare e Diffuso	44
Figura 13 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per Macrosettore.....	56
Figura 14 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per Macrosettore.....	59
Figura 15 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per tipo di combustibile.....	62
Figura 16 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per tipo di combustibile - Anno 2010.....	65

Figura 17 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per modulo di calcolo.....	68
Figura 18 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per modulo di calcolo - Anno 2010.....	70
Figura 19 - Emissioni di CO su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	77
Figura 20 - Emissioni di CH ₄ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	78
Figura 21 - Emissioni di COV su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	79
Figura 22 - Emissioni di N ₂ O su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	80
Figura 23 - Emissioni di NH ₃ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	81
Figura 24 - Emissioni di NO _x su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	82
Figura 25 - Emissioni di PM10 su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	83
Figura 26 - Emissioni di SO ₂ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km ² anno)].....	84
Figura 27 - Localizzazione delle emissioni puntuali analizzate, discariche e stabilimenti industriali.....	85
Figura 28 - Emissioni di CH ₄ per le sorgenti puntuali.....	87
Figura 29 - Emissioni di CO per le sorgenti puntuali.....	88
Figura 30 - Emissioni di COV per le sorgenti puntuali.....	89
Figura 31 - Emissioni di N ₂ O per le sorgenti puntuali.....	90
Figura 32 - Emissioni di NO _x per le sorgenti puntuali.....	91
Figura 33 - Emissioni di PM10 per le sorgenti puntuali.....	92
Figura 34 - Emissioni di SO ₂ per le sorgenti puntuali.....	93
Figura 35 - Emissioni di CO per le sorgenti mobili lineari.....	94
Figura 36 - Emissioni di COV per le sorgenti mobili lineari.....	95
Figura 37 - Emissioni di NO _x per le sorgenti mobili lineari.....	96
Figura 38 - Emissioni di PM10 per le sorgenti mobili lineari.....	97
Figura 39 - Emissioni di SO ₂ per le sorgenti mobili lineari.....	98
Figura 40 - Emissioni provinciali stimate dei macroinquinanti per gli anni 2005, 2007 e 2010 (t).....	100
Figura 41 - Emissioni provinciali stimate di CO, COV, NO _x e PM10 per gli anni 2005, 2007 ricalcolate dopo l'aggiornamento dei fattori di emissione della combustione di legna residenziale e confronto con le emissioni dell'anno 2010 (t).....	100
Figura 42 - Emissioni provinciali dei microinquinanti stimate per gli anni 2005, 2007 e 2010 (kg).....	101
Figura 43 - Emissioni relative al Macrosettore 1: Produzione energia e trasformazione combustibili (t).....	102
Figura 44 - Emissioni relative al Macrosettore 2: Combustione non industriale (t).....	104
Figura 45 - Emissioni dei principali macroinquinanti (CO, COV, NO _x , PM10) per le attività di riscaldamento residenziale a legna. Confronto tra: inventari 2005 e 2007 (versione	

INEMAR5); inventari ricalcolati 2005R e 2007R (utilizzando i Fattori di Emissione della versione INEMAR6; inventario 2010 (versione INEMAR6)	106
Figura 46 - Emissioni relative al Macrosettore 3: Combustione nell'industria (t).....	108
Figura 47 - Emissioni relative al Macrosettore 4: Processi produttivi (t)	110
Figura 48 - Emissioni relative al Macrosettore 5: Estrazione e distribuzione di combustibili (t).....	112
Figura 49 - Emissioni relative al Macrosettore 6: Uso di solventi (t)	113
Figura 50 - Emissioni relative al Macrosettore 7: Trasporto su strada (t).....	115
Figura 51 - Emissioni relative al Macrosettore 8: Altre sorgenti mobili e macchinari (t) ..	116
Figura 52 - Emissioni relative al Macrosettore 9: Trattamento e smaltimento rifiuti (t)	117
Figura 53 - Emissioni relative al Macrosettore 10: Agricoltura (t)	118
Figura 54 - Emissioni relative al Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti (t)	120
Figura 55 - Assorbimenti di CO ₂ del Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti (kt).	121
Figura 56 - Variazione delle percorrenze stradali e delle emissioni di NO _x e PM10 negli anni 2005, 2007 e 2010	134
Figura 57 - Variazione delle percorrenze stradali e delle emissioni di NO _x e PM10 negli anni 2005, 2007 e 2010	135
Figura 58 - Emissioni derivanti dal Modulo Biogeniche, suddivisione per attività SNAP97	139

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Moduli di calcolo di INEMAR6.....	5
Tabella 2 - Macroinquinanti presenti in INEMAR6.....	6
Tabella 3 - Tipologie di calcolo stimate tramite INEMAR6_10.....	10
Tabella 4 - Tipologie di veicolo considerate dal modello di calcolo COPERT IV.....	19
Tabella 5 - Coefficienti utilizzati per il calcolo degli inquinanti aggregati a partire dagli inquinanti stimati dai singoli moduli di calcolo di INEMAR6.....	23
Tabella 6 - Percentuali di ripartizione del consumo di gasolio e GPL attribuibili ai settori residenziale e terziario.....	25
Tabella 7 - Variazioni nella lunghezza del grafo stradale utilizzato.....	41
Tabella 8 - Percorrenze associate al grafo stradale (milioni di km).....	41
Tabella 9 - Vendite e consumi di combustibili per il trasporto (t).....	43
Tabella 10 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per Macrosettore.....	55
Tabella 11 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per Macrosettore.....	58
Tabella 12 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per combustibile.....	61
Tabella 13 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per combustibile.....	64
Tabella 14 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per modulo di calcolo.....	67
Tabella 15 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per modulo di calcolo.....	69
Tabella 16 - Emissioni da Traffico suddivise per Settore ed Attività.....	72
Tabella 17 - Emissioni da Traffico suddivise per Attività.....	73
Tabella 18 - Emissioni da Traffico suddivise per tipo di combustibile.....	73
Tabella 19 - Emissioni da Traffico suddivise per Settore e tipo di combustibile.....	74
Tabella 20 - Emissioni da Traffico suddivise per Settore ed età (classe EURO).....	75
Tabella 21 - Differenze percentuali (E) tra le emissioni degli inventari ricalcolati (rispettivamente 2005R e 2007R) e l'inventario 2010.....	106

Tabella 22 - Differenze percentuali (E) tra le stime delle emissioni degli inventari ricalcolati (rispettivamente 2005R e 2007R) e degli inventari originali.....	107
Tabella 23 - Confronto tra i contributi percentuali dell'inventario dell'anno 2007 degli undici Macrosettori attribuendo al Macrosettore 02 rispettivamente i valori originali e quelli ricalcolati.....	107
Tabella 24 - Macrosettore e settori considerati nella classificazione SNAP97.....	127
Tabella 25 - Variazioni della lunghezza del grafo stradale(km).....	131
Tabella 26 - Percorrenze assegnate al grafo stradale.....	132
Tabella 27 - Superfici e tipo di colture associate alle attività del settore 10.01 - Agricoltura con fertilizzanti. In grassetto sono evidenziate le coltura predominanti in ogni attività.....	137
Tabella 28 - Quantità di fertilizzanti venduti in provincia espressi in termini di azoto utilizzato per anno 2010, (ISTAT - Fertilizzante venduto - Anno 2010 [ISTAT FERT 2010])	138
Tabella 29 - Superficie totale considerata ed emissioni di COV, Modulo Biogeniche.....	139
Tabella 30 - Associazione tra le classi Corine Land Cover e le macrospecie presenti nel Modulo Biogeniche.....	140
Tabella 31 - Classificazione delle Categorie Forestali presenti sul territorio trentino, derivanti dalla carta delle Tipologie Forestali, anno 200.....	142
Tabella 32 - Le 27 categorie forestali utilizzate dal Modulo Foreste suddivise nelle rispettive macro categorie.....	143
Tabella 33 - Ditte distributrici di gas metano sul territorio provinciale, e rispettivi comuni serviti.....	145
Tabella 34 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per il teleriscaldamento a legna e similari nel Macrosettore 01 e delle variazioni apportate.....	147
Tabella 35 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a metano ed a GPL di potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 02 e delle variazioni apportate.....	148
Tabella 36 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a gasolio e a olio combustibile con potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 02 e delle variazioni apportate.....	149
Tabella 37 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a legna e similari di potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 02 e delle variazioni apportate.....	150
Tabella 38 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per gli impianti di combustione residenziale a legna e similari per CO, COV, NO _x e PM10, ossia per gli inquinanti per i quali si hanno avuto variazioni tra INEMAR5 e INEMAR6.....	151
Tabella 39 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a metano e GPL con potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 03.....	152
Tabella 40 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a gasolio e olio combustibile con potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 03.....	153
Tabella 41 - Riassunto dei fattori di emissione dell'inquinante COV presenti in INEMAR6_10 per il Macrosettore 06 e che sono utilizzati dal calcolo del Modulo Diffuse; variazioni apportate rispetto ad INEMAR5.....	154

Tabella 42 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per l'attività 08.06.00 - Agricoltura a diesel nel Macrosettore 08.....	155
Tabella 43 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per l'attività 11.25.01 - Combustione di tabacco (sigarette e sigari).....	156
Tabella 44 - Dati su utilizzo dei sistemi di riscaldamento, sul consumo di legna (indagine del Servizio statistica [SS-PAT 2012]) e stime dei consumi di legna provinciali	158
Tabella 45 - Sistemi di combustione della legna per uso domestico, in provincia di Trento (indagine del Servizio statistica [SS-PAT 2012])	159
Tabella 46 - Percentuale dei sistemi di combustione per ogni attività SNAP, utilizzati in INEMAR6 2010.....	160
Tabella 47 - Percentuale dei sistema di combustione utilizzata per l'inventario delle emissioni per gli anni 2005 e 2007 (classificazione INEMAR5)	160
Tabella 48 - Percentuale dei sistemi di combustione a legna da indagine CATI 2006 [UNITN 2006].....	160

Introduzione

Il presente lavoro espone in maniera dettagliata metodi e risultati relativi al calcolo dell'inventario delle emissioni in atmosfera per la provincia di Trento relativi all'anno 2010.

A partire dall'anno 2007 le province di Trento e Bolzano hanno deciso di provvedere alla costituzione in comune del catasto delle emissioni; tale scelta ha portato a realizzare una banca dati unitaria e alla condivisione della metodologia di stima, della tempistica e degli obiettivi da raggiungere.

La scelta effettuata in regione si è indirizzata all'adozione del sistema di calcolo INEMAR sviluppato in origine dalla regione Lombardia e poi condiviso con altre amministrazioni. Tale sistema è attualmente adottato, oltre che dal Trentino Alto Adige, da altre sette regioni, cinque del bacino padano (Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto e Friuli Venezia Giulia), una del Sud Italia (Puglia) ed una del Centro Italia (Marche). È chiaro come con un tale numero di adesioni il sistema si stia avviando a diventare uno standard a livello nazionale e come questo comporti evidenti vantaggi laddove si vogliono effettuare dei confronti su aree limitrofe. A questo si aggiunga come la metodologia di calcolo sviluppata sia completamente trasparente e condivisa tra i partecipanti: si è infatti costituito un tavolo di lavoro che riunendosi periodicamente, condivide le problematiche relative alla metodologia di stima e al reperimento dei dati.

L'Inventario delle Emissioni 2010 si colloca a valle di due precedenti inventari eseguiti per gli anni 2005 e 2007 i quali sono stati utilizzati come base di confronto per le variazioni di metodologie di calcolo delle emissioni ma soprattutto come termini di confronto dei risultati dell'inventario.

Il presente lavoro si articola in sei capitoli corredati da opportuni allegati e dalla bibliografia.

Nel *primo capitolo* viene presentato il sistema INEMAR con le relative caratteristiche informatiche, la suddivisione SNAP97 dei processi emissivi e la suddivisione secondo logiche spaziali degli algoritmi di calcolo, inoltre sono presentati gli inquinanti ed i fattori di emissione.

Il *secondo capitolo* è dedicato all'approfondimento di ciascuno dei moduli di calcolo che compongono il sistema INEMAR e che permettono di calcolare le emissioni in atmosfera derivanti sia da processi antropici sia da processi naturali.

Nel *terzo capitolo* vengono analizzate le attività SNAP97 considerate e le relative fonti di dati utilizzate; le informazioni relative ad ogni attività sono state organizzate in schede al fine di rendere più organica la mole di informazioni presentate, oltre che favorire la ricerca rapida di una singola attività.

Nel *quarto capitolo* vengono presentati i risultati del calcolo delle emissioni in atmosfera che vengono riassunti in tabelle e grafici al fine di semplificarne l'analisi; seguono delle rappresentazioni georeferenziate sul territorio provinciale delle emissioni dei principali macroinquinanti.

A completare l'analisi dei risultati nel *quinto capitolo* si presenta un confronto con gli inventari precedenti per macrosettori SNAP97, ove si sono analizzate le principali variazioni di emissione soprattutto allo scopo di identificarne le cause.

Chiude il presente lavoro il *sesto capitolo* che ne raccoglie le conclusioni.

1 Il sistema INEMAR

1.1 Il sistema INEMAR

INEMAR (Inventario delle Emissioni in Aria) è un sistema di archiviazione dei dati sviluppato in ambiente RDBMS Oracle, il cui obiettivo è la stima delle emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, tenendo conto di ogni attività presente nella classificazione CORINAIR [EEA 2013] e del tipo di combustibile utilizzato.

Il sistema INEMAR è costituito da un'architettura *client/server* dove si possono identificare le seguenti componenti, Figura 1.

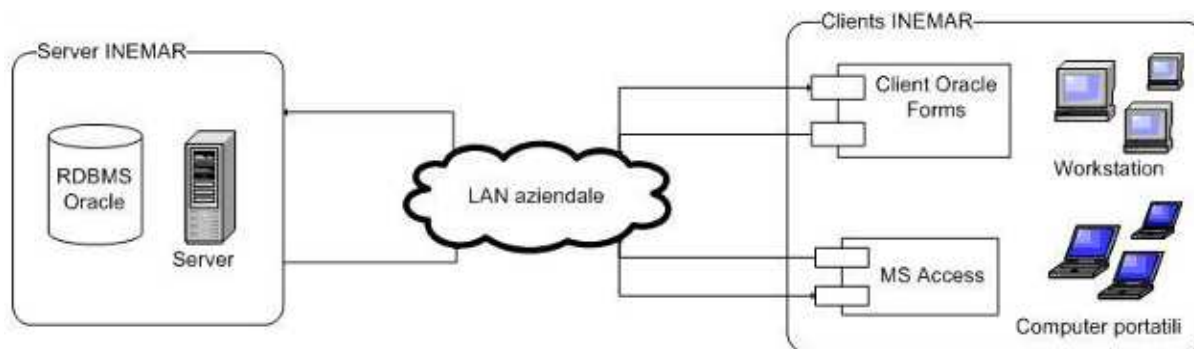


Figura 1: Architettura server/client del sistema INEMAR

- *server*, identifica con l'RDBMS Oracle (*Relational database management system*) per la gestione del database relazionale dove sono archiviati i dati e le *stored procedure* che implementano gli algoritmi di calcolo tramite scripting in SQL (*Structured Query Language*);
- *clients*, identifica i *computer* che ospitano l'applicazione sviluppata in *Oracle Forms* e che permette la modifica, l'inserimento e la cancellazione dei dati presenti nella varie tabelle del database, Figura 2. Tramite tale applicazione risulta anche possibile eseguire le procedure di calcolo stesso e monitorare lo stato di avanzamento dei processi.

Accanto al *client Forms* si impiega anche l'applicazione *Microsoft Access* come *frontend* per l'editing diretto dei dati presenti nelle tabelle. Il collegamento con il database Oracle avviene attraverso una API standard ODBC (*Open Database Connectivity*).

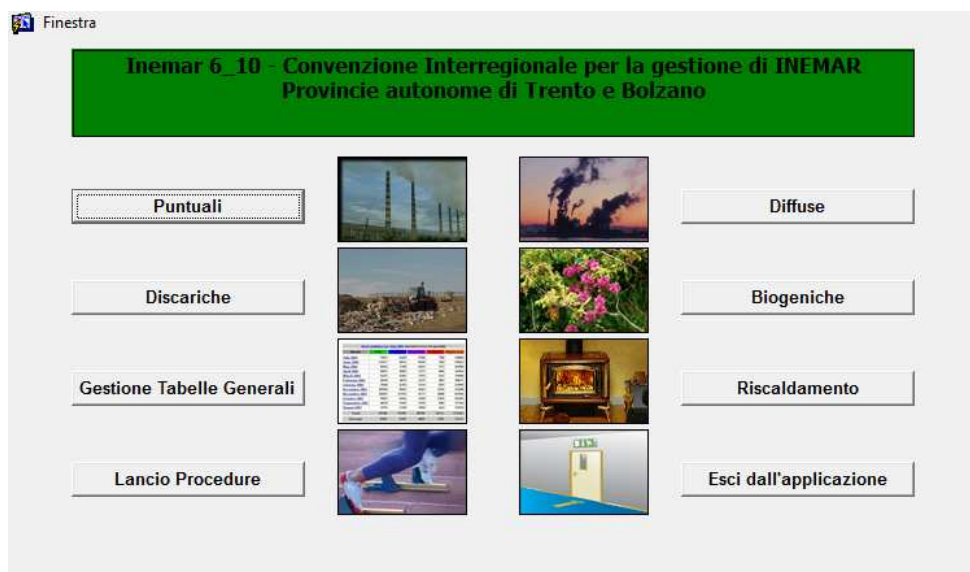


Figura 2: Schermata principale del client Forms INEMAR

Per presente inventario, riferito all'anno 2010, è stata utilizzata la versione di INEMAR numero 6, che presenta degli aggiornamenti e degli sviluppi rispetto alla versione numero 5, utilizzata per gli inventari degli anni 2005 e 2007. Tali variazioni saranno presentate nei rispettivi capitoli di dettaglio.

Inoltre per altri approfondimenti del sistema INEMAR si lasciano i seguenti riferimenti ai siti internet del sistema:

- *INEMARWiki*: è un manuale interattivo che raccoglie le informazioni utili all'utente per avere informazioni complete ed aggiornate sulla struttura e sul funzionamento del database INEMAR [INEMAR Wiki].
- *FontiEmissione*: un *wiki* utilizzato per favorire la condivisione e lo scambio delle informazioni necessarie per la redazione degli inventari delle emissioni in atmosfera, quali ad esempio le metodologie utilizzate, le modalità di reperimento degli indicatori di attività, le fonti e l'affidabilità dei fattori di emissioni utilizzati per le stime. [INEMAR Fonti].

INEMAR presenta una metodologia di calcolo che permette di classificare le emissioni a seconda che si faccia riferimento: ai moduli di calcolo implementati nel sistema, all'attività corrispondente o alle caratteristiche spaziali delle fonti emissive. Queste tre tipologie di analisi sono presentate nei paragrafi seguenti.

1.1.1 Moduli di calcolo

Nel sistema INEMAR sono presenti vari moduli di calcolo per la stima delle emissioni in funzione della tipologia di sorgente (Tabella 1).

Tabella 1 - Moduli di calcolo di INEMAR6

Modulo puntuali	Modulo agricoltura
Modulo diffuse	Modulo traffico diffuso e lineare
Modulo riscaldamento	Modulo foreste
Modulo biogeniche	Modulo polveri fini
Modulo discariche	Modulo emissioni aggregate
	Modulo aeroporti

I moduli corrispondenti alle prime cinque tipologie di emissioni sopra elencate si presentano nel sistema INEMAR con un'interfaccia grafica che permette l'inserimento dei dati tramite *forms*. Mentre gli altri moduli le tabelle di input vengono gestite tramite l'applicazione *MS Access*. Le procedure per ogni modulo di calcolo possono essere lanciate direttamente da maschera, Figura 3.

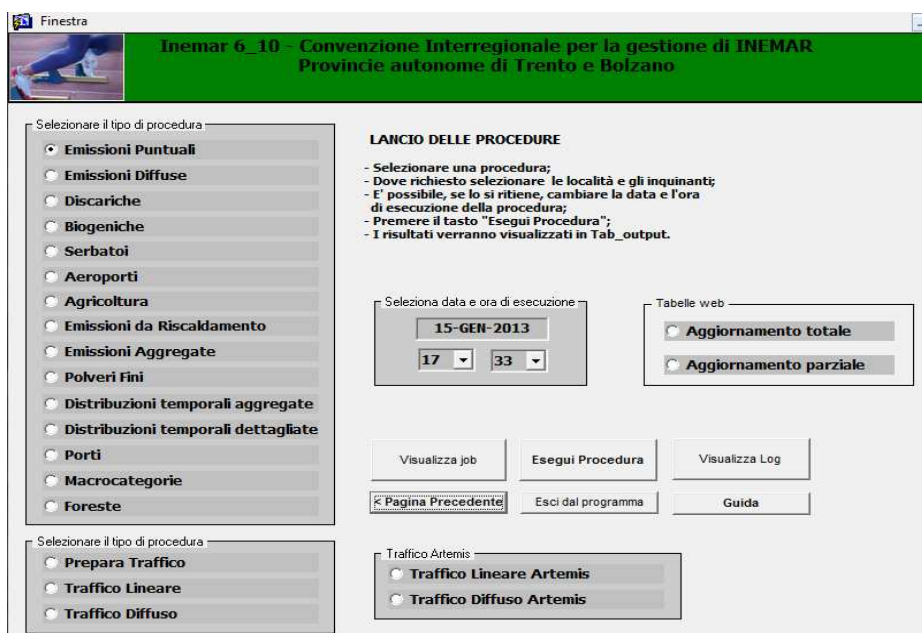


Figura 3 - Interfaccia forms INEMAR6 lancio procedure

1.1.2 Attività

Per la realizzazione di un inventario è importante utilizzare una nomenclatura che permetta di individuare tutte le attività rilevanti per la valutazione delle emissioni atmosferiche. La classificazione utilizzata è quella definita nell'ambito del progetto CORINAIR nella sua ultima versione denominata SNAP97 (*Selected Nomenclature for Sources of Air Pollution* - anno 1997). Il codice che identifica le attività è formato da tre cifre, rappresentanti rispettivamente il Macrosettore (M), il Settore (S) e l'Attività (A) a cui si riferisce la stima delle emissioni. La suddivisione per Macrosettore e settore è riportata in Tabella 24 (Allegato 8.1).

1.1.3 Caratteristiche spaziali

Il terzo criterio di classificazione si basa sul dettaglio spaziale delle emissioni, in funzione di tipologia emissiva e della rilevanza delle stesse. In particolare le emissioni si classificano in:

- Diffuse: si caratterizzano per la loro localizzazione a livello comunale,
- Puntuali: tipiche di attività ad impatto rilevante, vengono invece caratterizzate in modo dettagliato tramite l'assegnazione di una localizzazione specifica (coordinate geografiche),
- Lineari: sono le emissioni legate al trasporto su strada per grandi arterie, per le quali si dispone di un modello di assegnazione del traffico su un grafo stradale.

1.2 Gli inquinanti

La stima delle emissioni associate alle diverse tipologie di attività e all'eventuale combustibile impiegato avviene tramite un calcolo che si basa sull'impiego di opportuni fattori di emissione (FE) caratteristici di ogni inquinante.

I principali inquinanti atmosferici considerati sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2 - Macroinquinanti presenti in INEMAR6

Abbreviazione	Nome inquinante
SO ₂	ossidi di zolfo
NO _x	ossidi di azoto
COVNM ¹	composti organici volatili non metanici
CH ₄	metano
CO	monossido di carbonio
CO ₂	anidride carbonica
NH ₃	ammoniaca
N ₂ O	protossido d'azoto
PM10	polveri con diametro inferiore ai 10 µm
PM2,5	polveri con diametro inferiore ai 2,5 µm
PTS	polveri totali sospese

¹ Di seguito per brevità i COVNM verranno chiamati semplicemente COV.

Nell'inventario INEMAR vengono considerate anche alcune tipologie di microinquinanti, quali i metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se e Zn) e i composti organo-clorurati (diossine, PCB). La stima delle emissioni di queste sostanze, analogamente a quella per la determinazione dei COVNM che raggruppa classi di inquinanti molto vaste, è comunque affetta da un margine di incertezza elevato.

Vengono infine stimati alcuni parametri inquinanti "aggregati", ottenuti dalla combinazione delle emissioni di singole sostanze:

- Anidride carbonica Equivalente (CO₂eq): totale emissioni di gas serra in termine di CO₂ pesate sulla base del loro contributo all'effetto serra;
- Sostanze Acidificanti (H⁺): totale emissioni di sostanze in grado di contribuire all'acidificazione delle precipitazioni;
- Precursori dell'Ozono (prec. O₃): totale emissioni di sostanze inquinanti in grado di favorire la formazione dell'ozono troposferico.

1.2.1 Anidride carbonica

Si sottolinea che all'interno del sistema INEMAR si differenziano tre tipi di emissioni di anidride carbonica. All'interno dei processi di combustione l'inquinante anidride carbonica, CO₂, corrisponde in effetti alla CO₂ *netta*, ossia quella derivante dalla combustione di combustibili fossili. Mentre viene denominata CO₂ *lorda* l'anidride carbonica prodotta dalla combustione di tutti i combustibili (ossia compresi legname, biogas, etc.) ed in tal caso viene specificato l'appellativo *lorda*. Invece che per CO₂ *equivalente* si intende l'effetto di tutti i gas climalteranti espresso in termini di *kt* di CO₂.

1.3 Fattori di emissione

Il fattore di emissione rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, espressa ad esempio come quantità di inquinante emesso per unità di prodotto processato, o come quantità di inquinante emesso per unità di combustibile consumato, ecc. Questo metodo si basa dunque su una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione, secondo una relazione che a livello generale può essere ricondotta alla seguente formulazione:

$$E_i = A_{att,comb,i} \cdot FE_{att,comb,i} .$$

Dove: E_i = emissione dell'inquinante i (es. t/anno); A = indicatore dell'attività (ad es. quantità prodotta, consumo di combustibile, numero di capi); FE_i = fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/t prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

Per i processi di combustione viene generalmente scelto come indicatore di attività il consumo di combustibile, mentre per i processi industriali gli indicatori privilegiati sono la quantità di prodotto processata o il numero di addetti nel settore di cui si vuole stimare l'emissione.

La scelta dei fattori di emissione costituisce un aspetto particolarmente critico e presenta non pochi problemi di affidabilità. Ad esempio per le attività produttive, i fattori di emissione devono essere scelti in base alle caratteristiche dell'impianto, ricavando i dati da letteratura tecnico-scientifica del settore, e adattando i dati bibliografici alla particolare situazione applicativa. I dati sono generalmente disponibili in funzione del tipo di processo, del tipo di combustione e/o delle tecnologie di depurazione dei fumi.

Fra le fonti più complete per i fattori di emissione si fa riferimento a:

- Emission Inventory Guidebook a cura dell'Agenzia Europea per l'Ambiente nell'ambito del progetto CORINE [EEA 2013];
- Clearinghouse for Inventories & Emissions Factors, rapporto a cura dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti [EPA 2013];
- Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, a cura dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale [SINANET 2013].

L'esistenza di una letteratura sui fattori di emissione non esclude comunque la possibilità di sviluppare là dove necessario valori specifici più attinenti alle realtà nazionali o locali.

Il processo di aggiornamento e revisione dei fattori di emissione è in continua evoluzione, quindi rispetto alle versioni precedenti degli inventari INEMAR sono state apportate varie modifiche alla tabella dei parametri relativi. Le principali variazioni dei fattori che sono importanti evidenziare vengono illustrate di seguito.

1.3.1 Aggiornamento fattori di emissione per impianti di combustione

Per gli impianti di teleriscaldamento a biomassa classificati nel Macrosettore 01 (01.02.03 - Caldaie con potenza termica < 50 MW a legna e similari) è stata fatta una revisione dei fattori di emissione; in particolare sono stati aggiornati ed integrati sia i principali macroinquinanti che i microinquinanti. Come presentato nell'Allegato 8.9.

E' stata fatta una revisione dei fattori di emissione per gli impianti di combustione a piccola taglia compresi nei Macrosettori *02 - Combustione non industriale* e *03 - Combustione nell'industria* per i principali combustibili: metano, gasolio, GPL, olio combustibile e carbone. Nello specifico sono stati aggiornati i FE per le attività *02.02.02 - caldaie con potenza termica < 50 MW* per il settore residenziale; e le attività *02.01.03, 02.03.02 e 03.01.03 - Caldaie con potenza termica < 50 MW* rispettivamente per gli impianti commerciali, in agricoltura ed industriali, vedi Allegato 8.9.

All'interno del Macrosettore *02* sono stati aggiornati anche i fattori di emissione del settore *02.02 - Combustione in impianti residenziali* che bruciano legna e similari, ossia per tutti gli impianti domestici a legna (stufe, caminetti, etc.). Le principali modifiche riguardano alcuni macroinquinanti: COV, CO e PM10, i primi due in generale calano, mentre per i PM10 si ha un aumento anche consistente per alcune tipologie di impianto², vedi Allegato 8.9. Anche i fattori di emissione legati all'attività *02.01.03 - Caldaie con potenza termica < 50 MW* a legna e similari subiscono delle variazioni: sono aggiunti alcuni fattori mancanti e aumenta quello relativo a NO_x, vedi Allegato 8.9.

Per quanto riguarda i microinquinanti, come già accennato per il Macrosettore *01*, anche per le altre attività di combustione dei Macrosettori *02* e *03* si hanno nuovi fattori di emissione per molte sostanze³, in particolare prevalgono le integrazioni per gli inquinanti diossine e IPA, e dei combustibili legna e similari, metano e GPL. Infine sono stati rivisti ed aggiornati una settantina di Fattori già presenti in INEMAR.

1.3.2 Aggiornamento Fattori Emissione per altre Attività

Per il Settore *06.01 - Verniciatura* e per l'attività *06.04.08 - Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)* è stato presentato un aggiornamento dei fattori di emissione derivante da un confronto con lo studio "Informative Inventory Report 2012 - IIR 2012"⁴ nell'ambito della Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero [IIR 2012]. Per le attività *06.01.02 - Verniciatura: riparazione di autoveicoli* e *06.01.07 - Verniciatura: legno* si sono preferiti i fattori di emissione derivanti dallo studio sui dati del Piano Gestione Solventi condotti da APPA di Trento [APPA-TN 2012]. In generale si ha un leggero calo dei fattori di emissione dei composti organici volatili (COV), ed i risultati dello studio trentino si allineano bene con i dati di ISPRA, vedi Allegato 8.9.

Per l'attività *08.06.00 - Agricoltura a diesel* che comprende tutte quelle attività agricole che prevedono l'utilizzo di mezzi agricoli che bruciano diesel, si ha una revisione totale dei fattori di emissione che in generale per i macroinquinanti tendono a calare, mentre a crescere per i microinquinanti, vedi Allegato 8.9.

Per quanto riguarda i microinquinanti si hanno nuovi fattori di emissione per diossine ed IPA per i Macrosettori *04, 08, 09, 10, 11*; inoltre per i Macrosettori *08* e *09* sono stati aggiunti nuovi Fattori anche per altri inquinanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) e rivisti circa una trentina di quelli già presenti.

² *02.02.06 - Camino aperto, 02.02.07 - Stufa tradizionale a legna, 02.02.09 - Stufa o caldaia innovativa.*

³ As, Cd, Cr, Cu, DIOX (TCDD), Hg, IPA-Tot, Mn Ni, Pb, Se, Zn.

⁴ Inventario nazionale delle emissioni comunicato annualmente da ISPRA all'UNECE (United Nations Economic Commission for Europe).

1.4 Risultati delle elaborazioni

I risultati delle elaborazioni condotte tramite INEMAR sono le quantità di inquinanti emessi in atmosfera nel corso dell'anno 2010 raccolte in forma di tabella, denominata TABOUTPUT, e disaggregate fino al livello comunale. Tali emissioni sono aggregabili anche per combustibile, per Macrosettore - Settore - Attività e tipologia di calcolo. Tali tipologie sono riportate in Tabella 3.

Tabella 3 - Tipologie di calcolo stimate tramite INEMAR6_10

<i>Tipo di modulo di calcolo</i>	<i>Abbreviazione</i>
AEROPORTI	A
AGRICOLTURA	AG
BIOGENICHE	B
DIFFUSE	D
DISCARICHE	L
FORESTE	F
PUNTUALI - stimate	PS
PUNTUALI - misurate	PM
TRAFFICO DIFFUSO	TD
TRAFFICO LINEARE	TL

Per alcuni tipi di emissione sono disponibili inoltre diversi livelli di dettaglio, che sono archiviati in specifiche tabelle di dati, come nei casi seguenti:

- TRAFFICO_INTERMEDI: nella tabella TABOUTPUT i dati sono riportati suddivisi anche per tipologia di veicolo, mentre nella tabella generale è possibile solo ricavare un dettaglio a livello di settore (autoveicoli, veicoli pesanti, ecc.).
- TL_TRAFF_ARCO_PROV_ATT_COMB: vi sono riportati i risultati relativi al traffico lineare con dettaglio relativo a ciascun arco stradale.
- TL_TRAFF_ARCO_COMUNE_COPERT: viene riportato il massimo livello di disaggregazione: per arco e per tipologia di veicolo. Vista la mole di dati prodotti con questa operazione, essa può essere svolta dal sistema solo per un comune alla volta.
- PUNTUALI_INTERMEDI: vengono riportati i risultati delle emissioni puntuali e del modulo discariche suddivisi per stabilimento.
- A_RIS_AEROPORTI_INTERMEDI: vengono riportati i risultati con dettaglio relativo ai singoli aeroporti.
- AG_RIS_INTERMEDI: si riportano i risultati delle emissioni relative al solo modulo agricoltura, quindi alle emissioni prodotte da coltivazioni senza fertilizzante, suddivise per comune e per tipo di fertilizzante.

2 Moduli di calcolo

Di seguito sono presentati i singoli moduli di calcolo di INEMAR6 con le relative caratteristiche, e gli aggiornamenti rispetto alla versione precedente, INEMAR5.

2.1 Modulo Puntuali

Il modulo calcola le emissioni in atmosfera delle principali fonti di inquinanti puntuali presenti in Provincia. Esse raggruppano le emissioni per attività produttive piuttosto rilevanti e fortemente dettagliate.

Le caratteristiche dei singoli impianti sono censite generalmente tramite l'invio di questionari o per comunicazione diretta con i responsabili delle attività in questione, tale raccolta dati è stata compiuta dai tecnici dell'APPA. Le informazioni raccolte sono state quindi rielaborate al fine di ottenere i dati utilizzabili come input per il modulo di calcolo.

L'inserimento dei dati avviene manualmente tramite la relativa maschera *forms* e permette di introdurre per ogni stabilimento:

- attività SNAP97 in cui rientrano una o più LINEE produttive;
- INDICATORE di attività: che varia da quantità prodotte a quantità di materie prime utilizzate, o ancora in caso di combustione il contenuto energetico. In quest'ultimo caso per ogni LINEA produttiva si possono avere vari COMBUSTIBILI;
- CAMINI con le caratteristiche fisiche e del flusso emissivo che vengono associati ad ogni linea di ogni attività;
- dove possibile le CONCENTRAZIONI degli inquinanti misurate a camino⁵ che permettono di stimare le emissioni annue tramite un bilancio di massa (qualora si

⁵ Dato di concentrazione derivante da Certificati di Autonomi Controlli, dati forniti da APPA.

conoscano le caratteristiche ai camini e le concentrazioni⁶) oppure direttamente le EMISSIONI annue misurate⁷.

Nel caso in cui le emissioni puntuali non siano misurate al camino queste vengono stimate da INEMAR attraverso un calcolo che si basa su fattori di emissione legati all'indicatore della specifica attività.

Il calcolo dell'emissione stimata E_i per ogni inquinante i , in funzione dell'attività e del combustibile, avviene tramite l'algoritmo seguente, in cui $A_{att,comb}$ è l'indicatore per l'attività e il combustibile specifico:

$$E_i = A_{att,comb,i} \cdot FE_{att,comb,i} \cdot 10^{-6}$$

2.2 Modulo Discariche

Il modulo discariche permette di stimare le emissioni da questa tipologia di impianti valutando due contributi:

- emissioni derivanti dalla combustione del gas captato e convogliato ad un sistema combustione (direttamente alla torcia o al gruppo elettrogeno);
- emissioni che sfuggono al sistema di captazione e quindi si disperdono attraverso la superficie della discarica.

Il modulo permette di calcolare la quantità di biogas teorica prodotta dal rifiuto per l'anno considerato e, per differenza, calcolare le emissioni dovute al biogas non captato.

Le emissioni da discariche vengono, di fatto, trattate in modo simile alle emissioni di tipo puntuale, prevedendo una precisa localizzazione sul territorio; e rientrano nel settore 09.04 - *Interramento di rifiuti solidi*. Il modulo richiede pertanto la conoscenza delle quantità di rifiuto conferite in discarica negli anni e la tipologia di rifiuto.

Per quanto riguarda invece la combustione di biogas, si richiede la composizione media e la portata annua del biogas captato. Per il calcolo delle emissioni da combustione di biogas, è possibile inserire i dati di emissione ai camini, qualora disponibili, o stimare le emissioni sulla base del biogas inviato a combustione, mediante i relativi fattori di emissione.

Il modulo discariche permette di assegnare per ogni tipologia di rifiuto considerata (rifiuti solidi urbani, rifiuti solidi assimilabili agli urbani, fanghi di depurazione) una composizione merceologica media. Il modulo quindi utilizza una cinetica del primo ordine per la stima del biogas complessivamente prodotto e si determinano due tipi di emissione: quella legata al volume di biogas non captato e quella relativa ai fumi in uscita da torce o gruppi elettrogeni, vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** nell'Allegato Analisi dati Modulo Discariche.

Nella classificazione SNAP97 le discariche attive vengono associate all'attività 09.04.01 - *Discarica controllata di rifiuti*, mentre le attività di captazione del biogas sono state

⁶ Nel secondo caso, a partire dai dati di concentrazioni inseriti in INEMAR, vi è un algoritmo che fornisce le emissioni consigliate, $E_c = C_i \cdot PF_{e,i} \cdot h \cdot (21 - O_{2,eff}) / (21 - O_{2,rif}) \cdot 10^{-9}$. Dove: C = concentrazione dell'inquinante, PF_e = portata dei fumi secchi al camino, H = ore di funzionamento, O_{2,eff} =ossigeno effettivo, O_{2,rif} =ossigeno di riferimento.

⁷ Le emissioni annue misurate derivano dalla rielaborazione dei dati delle Misure in Continuo, fornite da APPA, o da dichiarazione dei PGS (Piano Gestione Solventi).

inserite come attività 09.04.05 - Gruppi elettrogeni di discariche RSU biogas, 09.04.06 - Torce in discariche RSU biogas a seconda che il biogas captato venga impiegato nella combustione di un motore cogenerativo o di una torcia.

Nel caso di discarica inattiva è associata l'attività 09.04.04 - Discarica controllata di rifiuti non attiva.

2.3 Modulo Aeroporti

Il modulo aeroporti permette di considerare le emissioni legate al traffico aereo e alle attività ad esso connesse. Le attività che questo settore considera sono:

1. traffico aereo nazionale (cicli LTO - < 1000 m);
2. traffico aereo internazionale (cicli LTO - < 1000 m);
3. movimentazione dei mezzi di supporto a terra.

Nei primi due punti si fa riferimento all'altezza di 1000 m che corrisponde all'altezza standard dello strato di rimescolamento.

Non vengono invece calcolate le emissioni derivanti dalle fasi di volo (*cruise*) ossia sopra i 1000 m perché i fattori di emissione in questo caso hanno elevata incertezza

I cicli LTO (landing/taking off) sono suddivisi in 5 fasi. All'atterraggio le fasi sono rappresentate dall'ingresso nella zona di mescolamento (*approach*) e dal tempo trascorso dopo l'atterraggio, a motori aperti (*taxi/idle in*). Al decollo, si suddividono in *taxi/idle out*, come per l'omologo all'atterraggio, nella fase di regolazione durante il decollo, fino a 150/300 m di quota (*taking off*) e in *climb out*, fase successiva al superamento della zona di mescolamento.

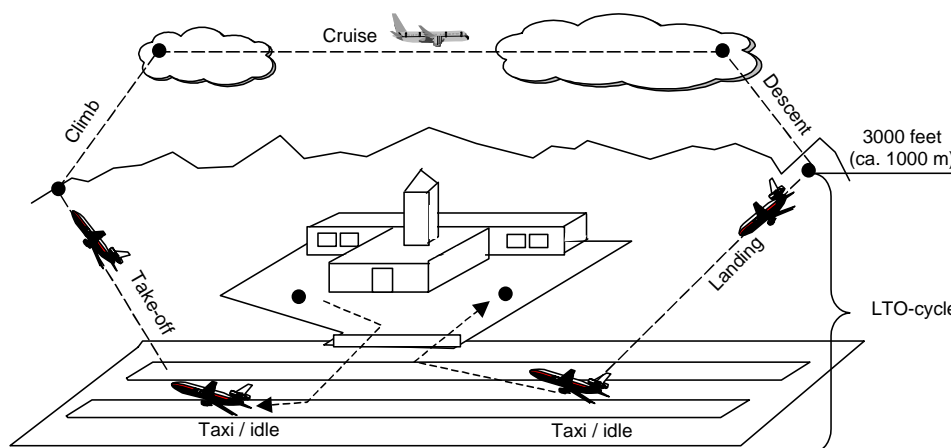


Figura 4 - Rappresentazione del ciclo Landing Taking Off del Modulo Aeroporti

Come dati di input, il modulo richiede il tipo di aereo (codice ICAO), il tipo di spostamento (decollo/atterraggio), il tipo di volo e l'orario dello stesso, la percorrenza del volo (la lunghezza della rotta per comune sorvolato) e la percentuale di rotte in fase di decollo e atterraggio.

Nell'algoritmo, per ogni singolo inquinante $E_{i,j,k,w}$, misurato in [t/anno], si ha:

$$E_{i,j,k,w} = FE_{aerei_{ij}} \cdot N_{movimenti_{i,k,w}} \cdot 1000$$

Dove: $FE_{aerei_{i,j}}$: fattore di emissione e $N_{movimenti_{i,j,k}}$: numero di movimenti per tipo di aereo i (codice ICAO), per nazionalità w , nell'ora k , per fase di movimento j .

Tali emissioni vengono poi sommate per ogni tipo di aereo.

La disaggregazione per comune avviene infine tramite la conoscenza delle rotte, ricavate sulla base dei tracciati radar, e sulla frequenza di percorrenza delle rotte.

Sono stati utilizzati i fattori di emissione proposti da *Atmospheric Emission Inventory Guidebook ver. 3* [EEA 2013] che ha permesso di associare alle 210 principali tipologie ICAO circolanti uno dei 45 aerei (e fattori di emissione corrispondenti), sulla base del tipo di motore e della relativa potenza.

Le emissioni legate alle movimentazioni degli aerei sono associate alle seguenti attività SNAP97: 08.05.01 - *Traffico aereo nazionale cicli LTO minore 1000 m* e 08.05.02 *Traffico aereo internazionale cicli LTO minore 1000 m*.

Per quanto riguarda le emissioni derivanti dai mezzi di supporto di terra, INEMAR6 prevede un aggiornamento della metodologia di calcolo rispetto alla versione precedente, calcolando anche i contributi emissivi dei mezzi di assistenza (rifornimenti, servizi tecnici, etc.) o dei mezzi di movimentazione e di trasporto passeggeri e bagagli, attività SNAP97: 08.0505. - *Mezzi di supporto a terra*.

Infine si sottolinea che il Modulo Aeroporti è stato sviluppato basandosi sulle caratteristiche dei principali aeroporti italiani (es. Linate, Malpensa), mentre sul territorio della provincia di Trento l'unico aeroporto di una certa rilevanza è l'aeroporto G. Caproni, localizzato a Trento sud. Tale aeroporto ospita soprattutto voli di aerei da turismo, od elicotteri, e per molte tipologie di aerei non sono presenti in INEMAR i rispettivi codici ICAO e di conseguenza i fattori di emissione.

Anche per quanto riguarda la flotta dei mezzi a terra, presso l'Aeroporto Caproni, non risulta possibile implementare la metodologia INEMAR, dato che i mezzi a disposizione sono molto ridotti⁸.

2.4 Modulo Riscaldamento

Questo modulo permette di valutare la richiesta di combustibile per i consumi domestici da riscaldamento. In presenza del dato di vendita del combustibile a livello provinciale il modulo riscaldamento viene applicato per ottenere una proxy per distribuire i dati di consumo del combustibile a livello comunale.

L'output del modulo riscaldamento è costituito dunque dai valori delle proxy, che possono essere utilizzati nel modulo diffuse per la stima delle emissioni da riscaldamento residenziale, disaggregate per comune. I dati utilizzati sono la destinazione d'uso, il tipo di abitazione, le classi di età e il tipo di impianto di riscaldamento, oltre al tipo di combustibile impiegato. Questo modulo può essere implementato sia a livello di unità territoriale comunale che di sezione censuaria.

⁸ Parco mezzi a terra dell'Aeroporto Caproni di Trento: 2 camion per rifornimento alimentati a diesel, 1 automezzo tipo FIAT Panda alimentata benzina, 1 automezzo tipo FIAT Fiorino alimentato a diesel

Data l'assenza di aggiornamenti rispetto a tale modulo, si sono mantenute le stesse proxy ricavate per l'inventario precedente che sono state utilizzate per quanto riguarda i combustibili gasolio e GPL per il riscaldamento residenziale in provincia (attività 02.02.02 - *Caldaie con potenza termica < 50 MW*).

2.5 Modulo Diffuse

Il modulo prende in considerazione le tipologie di emissioni che per entità possono considerarsi come diffuse sul territorio e quindi non localizzate se non a livello comunale. Il modulo utilizza un indicatore caratteristico di ogni attività e di ogni combustibile specifico ($A_{att,comb}$); l'emissione E_i per l'inquinante specifico i viene calcolata con l'equazione seguente:

$$E_i = FE_{att,comb,i} \cdot A_{att,comb}$$

La precisione di questa stima dipende fortemente dalla bontà dei dati a disposizione: quindi sia dall'indicatore dell'attività sia dal fattore di emissione utilizzato.

Nel caso in cui i dati relativi agli indicatori siano disponibili solamente a livello provinciale, per il calcolo delle emissioni per i comuni si utilizzano delle variabili definite *proxy* specifiche per la disaggregazione del dato a livello comunale.

Rimangono escluse dal modulo diffuse alcune tipologie di emissioni, relative ad attività specifiche che, pur essendo classificabili come emissioni di tipo diffuso, per la loro complessità necessitano l'uso di metodologie specifiche; questo è il caso delle emissioni da traffico diffuso, di quelle provenienti dall'utilizzo di fertilizzanti in agricoltura e da emissioni biogeniche.

2.6 Modulo Agricoltura

Il modulo prende in considerazione le emissioni in agricoltura per le colture fertilizzate, ossia il settore 10.01 - *Coltivazioni con fertilizzanti*. Mentre le altre attività che rientrano nel Macrosettore 10 - *Agricoltura* sono stimate tramite il modulo diffuse.

L'indicatore delle varie attività del Modulo Agricoltura è rappresentato dal fertilizzante usato che a sua volta viene stimato a partire dai dati di: fertilizzante venduto a livello provinciale, tipologia di fertilizzante secondo il tenore di azoto, superficie coltivata per tipo di coltura.

Il consumo di fertilizzante, $Cs_{f,a,m}$, è inoltre stimato per ogni tipo di attività a sulla base del consumo specifico $Cspec_{f,c}$ per fertilizzante f , per coltura c , e sulla superficie coltivata per comune tramite la seguente formulazione: $Cs_{f,a,m} = Cspec_{f,c} \cdot SUPcolt_m$.

Da questi dati è possibile calcolare il fertilizzante utilizzato, $Fut_{f,p}$ per comune e per attività a , fertilizzante f e comune m :

$$Fut_{f,p} = \frac{Fvenduto_{f,p} \cdot Cs_{f,a,m}}{Cs(tot)_{f,p}}$$

Dove $Cs(tot)_{f,p}$ è il consumo stimato complessivo, calcolato come somma dei consumi stimati per ogni comune.

Quindi si calcolano le emissioni utilizzando i fattori di emissione per fertilizzante e per inquinante i :

$$E_{f,m,i} = \sum_f Fut_{f,p} \cdot FE_{f,i} \cdot$$

2.7 Modulo Biogeniche

Il modulo biogeniche stima le emissioni di isoprene, monoterpeni e altri VOC sulla base della metodologia e dei dati proposti nell'articolo di Karl [Karl et al. 2009] per le specie agro-forestali. L'algoritmo prevede una stima per comune e con valori medi dei parametri meteo quali: temperatura, radiazione solare e umidità relativa per ogni ora del giorno e per ogni mese, caratteristiche della fascia climatica a cui appartiene il singolo comune. Tali parametri influenzano in maniera variabile l'emissione di composti organici volatili da parte delle specie vegetali a seconda della loro tipologia.

Nella sesta versione di INEMAR sono state introdotte molte modifiche rispetto la versione precedente con revisione della struttura del modulo, aggiunta di nuove specie vegetali ed aggiornamento dei fattori di emissione (che sono passati da 80 a più di 400).

Per quanto riguarda la revisione della struttura si è inserita la possibilità di utilizzare i dati dalla classificazione di Corine Land Cover⁹ (CLC), in particolare ad ogni classe del IV livello si associa una macrospecie.

Il dato richiesto in input è la superficie caratteristica di ogni macrospecie agro-forestale per ogni comune. All'interno di ogni macrospecie sono associate dal modulo varie specie vegetali che hanno un diverso peso percentuale sul totale della macrospecie (ossia delle proxy). A ciascuna specie è univocamente assegnata ad un'attività SNAP97. Le attività considerate sono relative sia al Macrosettore 10 (agricoltura, settore 10.01) e il Macrosettore 11 (altre sorgenti e assorbimenti, settori 11.11 e 11.12).

Le emissioni di **isoprene** si calcolano utilizzando la seguente relazione, che fornisce l'emissione in g/h per ogni comune i della classe di fascia climatica f , nel mese m , nell'ora t e per la specie s e macrospecie j :

$$E_{i,m,t,j,s} = \frac{(FE_{s,j} \cdot FC_{s,j} \cdot FB_{s,j} \cdot Sup_{i,j} \cdot peso_{j,s})}{10^6} \cdot Tem_{f,m,t} \cdot Rad_{f,m,t} \cdot Umi_{f,m,t}$$

Dove:

- $FE_{s,j}$: fattore di emissione dell'isoprene della specie vegetale s appartenente alla macrospecie j [g / (kg foglie secca h)]
- $FB_{j,s}$: fattore di biomassa della specie vegetale s appartenente alla macro-specie j [kg/ha];
- $FC_{s,j}$: fattore bioclimatico [-];

⁹ Il progetto Corine Land Cover (CLC) nasce a livello europeo al fine di rilevare e di monitorare le caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale. Tale progetto ha portato alla produzione di vari prodotti cartografici tra cui la carta di uso/copertura del suolo.[EEA-CLC 2006].

- $peso1_{j,s}$: peso della specie vegetale s appartenente alla macro-specie j [-];
- $Sup_{i,j}$: la superficie occupata dalla macrospecie j nel comune i [ha].

I parametri Tem , Rad e Umi , sono calcolati tramite specifici algoritmi funzione del mese m , dell'ora t e della fascia climatica f .

La stima delle emissioni di **monoterpeni** dipendenti dalla sola temperatura, e l'algoritmo utilizzato, che fornisce l'emissione in g/h per il comune i della fascia climatica f , nel mese m , l'ora t , la macrospecie j e la specie s :

$$E_{i,m,t,j,s} = \frac{(FE_{s,j} \cdot FC_{s,j} \cdot FB_{s,j} \cdot Sup_{i,j} \cdot peso1_{j,s})}{10^6} \cdot F_{m,t,f}$$

Dove:

- FE_s : fattore di emissione del monoterpene della specie vegetale s appartenente alla macrospecie j [g / (kg foglie secca h)];
- $FB_{j,s}$: fattore di biomassa della specie vegetale s appartenente alla macro-specie j [kg/ha];
- $FC_{s,j}$: fattore bioclimatico [-];
- $peso1_{j,s}$: peso della specie vegetale s appartenente alla macro-specie j [-];
- $Sup_{i,j}$: la superficie occupata dalla macrospecie j nel comune i [ha].

Il parametro $F_{m,t,f}$ tiene invece conto del variare delle emissioni con la temperatura.

Infine per la stima delle emissioni degli **altri VOC** gli algoritmi utilizzati sono uguali a quelli dei monoterpeni con la nota che i fattori di emissione sono legati al diverso inquinante.

2.8 Modulo Foreste

L'inventario dell'anno 2010 è il primo inventario che comprende il Modulo Foreste di INEMAR relativo all'assorbimento del carbonio dovuto alle foreste provinciali.

La metodologia di calcolo del modulo rientra nella classificazione adottata a livello nazionale da ISPRA¹⁰ come attività *forest management* (gestione forestale) di LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Coverage*), al fine di stimare la CO₂ assorbita dai serbatoi forestali di carbonio che sono: biomassa epigea, biomassa ipogea, necromassa, lettiera, sostanza organica del suolo.

La quantità di carbonio fissato nei serbatoi e l'equivalente anidride carbonica (CO₂) sottratta all'atmosfera si quantificano attraverso la misura della biomassa, espressa in termini di peso secco, cioè del peso in assenza di acqua (in seguito denominata *gs*). Il carbonio fissato nei tessuti vegetali (legno, foglie, ecc.) costituisce il 50% circa della biomassa, mentre l'equivalente in anidride carbonica si ottiene moltiplicando il contenuto di carbonio della biomassa per il rapporto tra i pesi molecolari dell'anidride carbonica e del carbonio elementare¹¹ [INFC 2010].

¹⁰Classificazione derivante dagli accordi internazionali e che segue la metodologia Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry, IPCC.

¹¹Peso Molecolare CO₂ = 44, Peso Molecolare Carbonio=12. Da cui il coefficiente per passare dai valori di biomassa a quelli di anidride carbonica sarà 3.67.

Le stime della biomassa presente nei diversi serbatoi forestali sono state effettuate con il modello “For-est” basato sulla metodologia IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Chang*) utilizzato anche a livello nazionale da ISPRA per il calcolo dell’evoluzione nel tempo degli stock dei serbatoi forestali italiani per l’inventario dei gas serra.

Il modello parte dalla stima della variazione della biomassa a partire dall’anno 1989, definito come anno di base. Per ogni anno, è stato calcolato l’incremento corrente per ettaro (I_t in $m^3 \text{anno}^{-1}$) con la derivata della *funzione di Richards*¹², per ognuna delle specifiche tipologie forestali i .

$$I_t = \frac{dgss_t}{dt} \cdot A = \left(\frac{k}{v} \cdot gss_t \cdot \left[1 - \left(\frac{gss_t}{a} \right)^v \right] + gss_0 \right) \cdot A.$$

gss_t rappresenta lo stock di biomassa presente nell’anno t per ettaro di superficie, mentre gss_0 rappresenta l’incremento di stock di biomassa annuo; con a, k, v parametri.

Quindi per ogni anno, la provvigione per ettaro è stata calcolata dalla provvigione che si riferisce all’anno precedente (GS_{t-1}), cui è stato aggiunto l’incremento (I_t) e sottraendo le perdite dovute ai tagli (H_{t-1}), alla mortalità (D_{t-1}) ed agli incendi (F_{t-1}) occorsi nell’anno corrente.

$$gss_t = GS_{t-1} + I_t - H_{t-1} - F_{t-1} - M_{i-1} - D_{i-1}$$

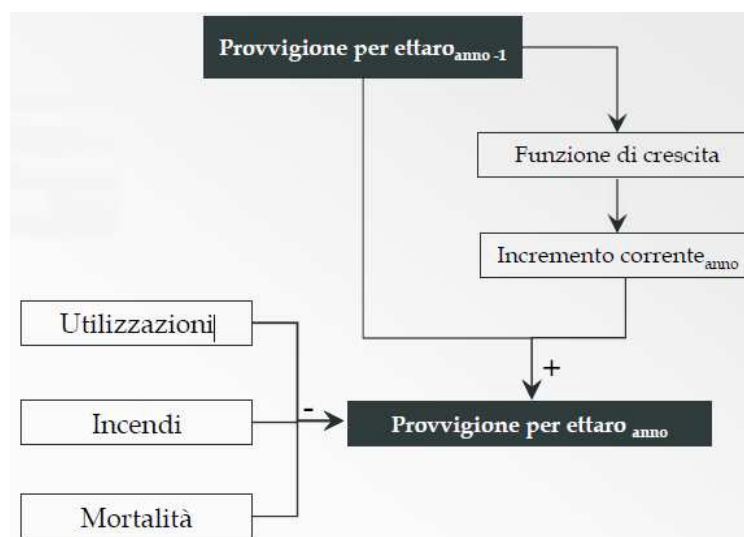


Figura 5 - Schema di flusso della Funzione di Richards per la stima della provvigione per ettaro, per il Modulo Foreste

Infine i valori relativi alla fissazione di CO₂ stimati all’interno di INEMAR sono raggruppati in tre tipi di attività:

- Biomassa viva - attività SNAP97 11.31.01: *somma della biomassa sopra terra e sotto terra,*
- Massa organica morta - attività SNAP97 11.31.02: *somma della necromassa e della lettiera,*
- Suoli - attività SNAP97 11.31.03: *sostanza organica del suolo.*

¹² La Funzione di Richards lega il tasso di incremento annuo della biomassa alla biomassa stessa presente in un anno.

Il modulo Foreste può essere utilizzato con un primo livello di implementazione del calcolo del carbonio fissato partendo dagli stessi dati utilizzati da ISPRA per la stima nazionale e relativi a superfici forestali, allo stock dell'anno di riferimento 1989, ad utilizzazioni ed incendi. I dati di superficie forestale, per Provincia e categoria inventariale, sono stati ricavati dal primo Inventario Forestale Nazionale (IFN - 1985) e dai risultati preliminari del INFC - Inventario Forestale Nazionale e dei Serbatoi di Carbonio, 2012 [INFC 2010]. Partendo da tale set di dati gli stock calcolati dal Modulo Foreste di INEMAR sono coincidenti con le stime di ISPRA, mentre la disaggregazione a livello Comunale viene fatta in base alla copertura forestale derivante dalla Carta delle Tipologie Forestali della Provincia Autonoma di Trento.

Un secondo livello d'implementazione del modulo si basa sull'utilizzo di dati disponibili da studi e le statistiche provinciali; caratteristica indispensabile al fine di ottenere un Inventario Provinciale delle Emissioni in atmosfera che sia il più possibile basato su un approccio bottom-up. Seppur intenzionati a perseguire tale metodo, che parte dai dati raccolti sul territorio, lo sviluppo del modulo è stato accompagnato dalle difficoltà di reperimento dati e di interpretazione e rielaborazione degli stessi, che pongono degli ostacoli nella implementare più dettagliata possibile di questa seconda fase. In tal senso si è potuto caratterizzare con dati derivanti dalle statistiche provinciali del servizio Foreste della PAT i dati di input relativi a copertura forestali ed incendi, mentre si parte dai dati forniti da ISPRA per quanto riguarda lo stock di biomassa dell'anno base e per le utilizzazioni.

2.9 Modulo Traffico

La valutazione delle emissioni mobili nel sistema INEMAR viene effettuata implementando su scala regionale la metodologia di calcolo messa a punto a livello europeo nel modello COPERT IV (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), che opera stimando diverse tipologie di emissioni. Tale metodologia è stata successivamente modificata implementando un algoritmo di stima dell'influenza della pendenza stradale sulle emissioni.

Il modello contempla i fattori di emissioni di 146 classi di veicoli, suddivisi per tipologia, peso, combustibile ed età (Tabella 4).

Tabella 4 - Tipologie di veicolo considerate dal modello di calcolo COPERT IV

Settore	Tipologia	Tipo legislativo	Settore	Tipologia	Tipo legislativo
Automobili	Benzina <1,4 l	PRE ECE	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Benzina >3,5t	Conventional
		ECE 15/00-01		Diesel <7,5t	Conventional
		ECE 15/02		Diesel <7,5t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
		ECE 15/03		Diesel <7,5t	Euro II - 91/542/EEC Stage II
		ECE 15/04		Diesel <7,5t	Euro III - 1999/96/EC
		Euro I - 91/441/EEC		Diesel <7,5t	Euro IV - COM(1998) 776
		Euro II - 94/12/EC		Diesel <7,5t	Euro V - COM(1998) 776
		Euro III - 98/69/EC Stage 2000		Diesel <7,5t	Euro VI - futuro
		Euro IV - 98/69/EC Stage 2005		Diesel 7,5 - 16t	Conventional
		Euro V - futuro		Diesel 7,5 - 16t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
	Benzina 1,4 - 2,0l	PRE ECE	Diesel 7,5 - 16t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	
		ECE 15/00-01	Diesel 7,5 - 16t	Euro III - 1999/96/EC	
		ECE 15/02	Diesel 7,5 - 16t	Euro IV - COM(1998) 776	
		ECE 15/03	Diesel 7,5 - 16t	Euro V - COM(1998) 776	
		ECE 15/04	Diesel 7,5 - 16t	Euro VI - futuro	
		Euro I - 91/441/EEC	Diesel 16-32t	Conventional	

INVENTARIO DELLE EMISSIONI DELLA PROVINCIA DI TRENTO - ANNO 2010

Settore	Tipologia	Tipo legislativo	Settore	Tipologia	Tipo legislativo
	Benzina >2,0l	Euro II - 94/12/EC		Diesel 16-32t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
		Euro III - 98/69/EC Stage 2000		Diesel 16-32t	Euro II - 91/542/EEC Stage II
		Euro IV - 98/69/EC Stage 2005		Diesel 16-32t	Euro III - 1999/96/EC
		Euro V - futuro		Diesel 16-32t	Euro IV - COM(1998) 776
		PRE ECE		Diesel 16-32t	Euro V - COM(1998) 776
		ECE 15/00-01		Diesel 16-32t	Euro VI - futuro
		ECE 15/02		Diesel >32t	Conventional
		ECE 15/03		Diesel >32t	Euro I - 91/542/EEC Stage I
		ECE 15/04		Diesel >32t	Euro II - 91/542/EEC Stage II
		Euro I - 91/441/EEC		Diesel >32t	Euro III - 1999/96/EC
		Euro II - 94/12/EC		Diesel >32t	Euro IV - COM(1998) 776
		Euro III - 98/69/EC Stage 2000		Diesel >32t	Euro V - COM(1998) 776
		Euro IV - 98/69/EC Stage 2005		Diesel >32t	Euro VI - futuro
		Euro V - futuro		Bus urbani	Conventional
		Conventional		Bus urbani	Euro I - 91/542/EEC Stage I
		Euro I - 91/441/EEC		Bus urbani	Euro II - 91/542/EEC Stage II
	Euro II - 94/12/EC	Bus urbani		Euro III - 1999/96/EC	
	Euro III - 98/69/EC Stage 2000	Bus urbani		Euro IV - COM(1998) 776	
	Euro IV - 98/69/EC Stage 2005	Bus urbani		Euro V - COM(1998) 776	
	Euro V - futuro	Bus urbani		Euro VI - futuro	
	Conventional	Bus urbani (gas naturale)		Euro IV - COM(1998) 776	
	Euro I - 91/441/EEC	Bus urbani (gas naturale)		Euro V - COM(1998) 776	
	Euro II - 94/12/EC	Bus urbani (gas naturale)		Euro VI - futuro	
	Euro III - 98/69/EC Stage 2000	Pullman		Conventional	
	Euro IV - 98/69/EC Stage 2005	Pullman		Euro I - 91/542/EEC Stage I	
	Euro V - futuro	Pullman		Euro II - 91/542/EEC Stage II	
	Conventional	Pullman		Euro III - 1999/96/EC	
	Euro I - 91/441/EEC	Pullman		Euro IV - COM(1998) 776	
	Euro II - 94/12/EC	Pullman		Euro V - COM(1998) 776	
	Euro III - 98/69/EC Stage 2000	Pullman		Euro VI - futuro	
	Euro IV - 98/69/EC Stage 2005	Pullman		Euro VI - futuro	
	Euro V - futuro	Pullman		Euro VI - futuro	
Conventional	Ciclomotori (< 50 cm3)	<50cc	Conventional		
Euro I - 91/441/EEC	Ciclomotori (< 50 cm3)	<50cc	Euro I - 97/24/EC Stage I		
Euro II - 94/12/EC	Ciclomotori (< 50 cm3)	<50cc	Euro II - 97/24/EC Stage II		
Euro III - 98/69/EC Stage 2000	Ciclomotori (< 50 cm3)	<50cc	Euro III		
Euro IV - 98/69/EC Stage 2005	Ciclomotori (< 50 cm3)	<50cc	Euro IV - futuro		
Euro V - futuro	Ciclomotori (< 50 cm3)	<50cc	Euro IV - futuro		
Euro III - 98/69/EC Stage 2000	Motocicli (> 50 cm3)	Conventional	2 Tempi >50cc	Conventional	
Euro IV - 98/69/EC Stage 2005		Euro I - 91/441/EEC	2 Tempi >50cc	Euro I - 97/24/EC	
Euro V - futuro		Euro II - 94/12/EC	2 Tempi >50cc	Euro II	
Conventional		Euro III - 98/69/EC Stage 2000	2 Tempi >50cc	Euro III	
Euro I - 91/441/EEC		Euro IV - 98/69/EC Stage 2005	2 Tempi >50cc	Euro IV - futuro	
Euro II - 94/12/EC		Euro V - futuro	4 Tempi 50 - 250cc	Conventional	
Euro III - 98/69/EC Stage 2000		Gas naturale (convertita)	4 Tempi 50 - 250cc	Euro I - 97/24/EC	
Euro IV - 98/69/EC Stage 2005		Gas naturale (di fabbrica)	4 Tempi 50 - 250cc	Euro II	
Euro V - futuro		Ibrida (elettrica, ecc)	4 Tempi 50 - 250cc	Euro III	
Conventional		Ibrida (elettrica, ecc)	4 Tempi 50 - 250cc	Euro IV - futuro	
Euro I - 91/441/EEC		Ibrida (elettrica, ecc)	4 Tempi 250 - 750cc	Conventional	
Euro II - 94/12/EC		2-Stroke	4 Tempi 250 - 750cc	Euro I - 97/24/EC	
Euro III - 98/69/EC Stage 2000		Veicoli leggeri < 3.5 t	4 Tempi 250 - 750cc	Euro II	
Euro IV - 98/69/EC Stage 2005		Benzina <3,5t	4 Tempi 250 - 750cc	Euro III	
Conventional		Benzina <3,5t	4 Tempi 250 - 750cc	Euro IV - futuro	
Euro I - 93/59/EEC		Benzina <3,5t	4 Tempi >750cc	Conventional	
Euro II - 96/69/EC	Benzina <3,5t	4 Tempi >750cc	Euro I - 97/24/EC		
Euro III - 98/69/EC Stage 2000	Benzina <3,5t	4 Tempi >750cc	Euro I - 97/24/EC		
Euro IV - 98/69/EC Stage 2005	Benzina <3,5t	4 Tempi >750cc	Euro I - 97/24/EC		

Settore	Tipologia	Tipo legislativo	Settore	Tipologia	Tipo legislativo
		Euro V - futuro		4 Tempi >750cc	Euro II
		Conventional		4 Tempi >750cc	Euro III
		Euro I - 93/59/EEC		4 Tempi >750cc	Euro IV - futuro
	Diesel <3,5t	Euro II - 96/69/EC			
		Euro III - 98/69/EC Stage 2000			
		Euro IV - 98/69/EC Stage 2005			
		Euro V - futuro			

Per ciascuna delle categorie considerate vengono definiti i fattori di emissione a caldo, e il consumo di combustibile, espressi in [g/km] in funzione della velocità mediante la seguente formula generale:

$$FE_{caldo_{ij}} = (a_{ij} + b_{ij} \cdot V + c_{ij} \cdot (V^2)) \cdot [n_{ij} \cdot P_c + o_{ij}] / (1 + l_{ij} \cdot V + l_{ij} \cdot V^2) + m_{ij} / V + d_{ij} \cdot (V^{e_{ij}}) + f_{ij} \cdot \ln(V) + g_{ij} \cdot \exp(h_{ij} \cdot V)$$

dove:

- i : inquinante
- j : tipologia di veicolo
- a_{ij}, b_{ij}... o_{ij} : coefficienti ricavati dal manuale del modello
- V : velocità di percorrenza

Vengono poi applicati dei coefficienti correttivi per tener conto dell'invecchiamento dei veicoli, del carico trasportato e della quota di veicoli con motore freddo.

Il calcolo delle emissioni mobili avviene in due fasi distinte, distinguendo le emissioni lineari dalle emissioni diffuse.

2.9.1 Emissioni lineari

Il calcolo delle emissioni lineari si effettua a livello di rete stradale e si basa sui passaggi di veicoli misurati o stimati da un modello di allocazione del traffico. Tali passaggi, definiti a livello di settore (automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti e ciclomotori), vengono suddivisi per categoria COPERT sulla base del parco circolante regionale e delle caratteristiche dei veicoli stessi che ne determinano una maggiore propensione all'uso urbano o extraurbano. Un'analisi dell'andamento dei flussi di traffico ha permesso inoltre di definire delle curve di distribuzione temporali per ora, mese, tipologia di giorno (feriale, prefestivo e festivo) e zona caratteristica (a vocazione turistica, pendolare ecc.).

I fattori di emissione sono definiti in funzione della velocità, tale velocità viene stimata sulla base del carico di traffico della strada in funzione delle caratteristiche della strada stessa (velocità massima di percorrenza e capacità di carico).

La metodologia COPERT presume che una frazione 'β' della percorrenza di ogni veicolo venga compiuta con motore a freddo e con l'eventuale sistema di abbattimento non ancora in funzione, quindi con fattore di emissione maggiore rispetto alle condizioni di marcia a regime. COPERT attribuisce tale surplus di emissioni all'ambito urbano; in INEMAR le emissioni lineari a freddo vengono invece trattate come emissioni diffuse urbane calcolandole sulla frazione 'β' della percorrenza lineare regionale ripartita fra tutti i comuni in base ad una opportuna variabile proxy, proporzionale al numero di residenti del comune.

2.9.2 Emissioni diffuse

Con emissioni diffuse si intendono quelle prodotte dai veicoli circolanti su strade non considerate dal grafo di rete.

La metodologia adottata in INEMAR parte dall'assegnazione delle quantità di combustibili da attribuire al traffico urbano. Per il calcolo si è ipotizzato che le quantità di combustibile venduto equivalgano alle quantità consumate; i consumi da assegnare al traffico diffuso sono quindi ottenuti come differenza tra i combustibili venduti e quelli consumati dal traffico lineare.

I consumi così stimati vengono quindi nei singoli comuni e per tipo di veicolo mediante una proxy stimata in funzione delle caratteristiche del veicolo stesso (km percorsi annualmente in totale ed in lineare extraurbano) e del numero di residenti nel comune:

$$Proxy_diffuse_{c,v} = Nr_{v_j} \cdot Perc_Dif_j \cdot Cons_Spec_j \cdot Residenti_c / Residenti(reg).$$

dove:

- Nr_{v_j} : Numero di veicoli della categoria j nel parco circolante regionale
- $Perc_Dif_j$: Percorrenza veicoli j attribuibile al diffuso; corrisponde alla differenza tra la percorrenza totale annua e la percorrenza lineare (attributi del tipo di veicolo)
- $Cons_Spec_j$: consumo specifico del tipo di veicolo, valore stimato per una velocità unica per tutti i veicoli
- $Residenti_c / Residenti(reg)$: Rapporto tra i residenti nel comune c e quelli regionali

La metodologia di stima si differenzia da quella per le emissioni lineari. Il calcolo viene effettuato comune per comune mentre la velocità a cui vanno calcolati i fattori di emissione e di correzione non è più ricavata dalla relazione tra flussi e curve di deflusso ma è predeterminata, ora per ora, per i veicoli di un determinato settore (auto, leggeri, pesanti, ciclomotori e moto) circolanti in comuni di determinata classe di popolosità; tali velocità di percorrenza sono state ricavate dall'analisi di diversi piani urbani del traffico.

2.10 Modulo Polveri fini

Questo modulo determina la stima delle emissioni di polveri fini attraverso distribuzioni granulometriche definite per ogni attività e per ogni combustibile (ove previsto) a partire da quanto misurato o stimato di polveri totali, PTS, o PM10.

Il modulo stima le altre categorie di polveri basandosi sulle distribuzioni granulometriche delle polveri caratteristiche di ogni attività, ossia come percentuale in peso di PTS, PM10, PM2.5 e talvolta anche PM1 e PM0.1.

Il modulo permette di calcolare le polveri fini sia nel caso di emissioni di polveri effettivamente misurate che di emissioni stimate tramite i moduli Puntuali e Diffuse.

2.11 Modulo Emissioni Aggregate

L'algoritmo di stima delle emissioni aggregate consiste in una sommatoria, che moltiplica le emissioni degli inquinanti per un opportuno coefficiente.

In INEMAR, sono stimate attraverso l'algoritmo di aggregazione i seguenti inquinanti: CO₂ equivalente, sostanze acidificanti, precursori ozono, PM10 totale, PM2.5 totale. Il modulo viene eseguito a valle di ogni procedura di calcolo dei moduli descritti nei paragrafi precedenti.

In generale la formulazione dell'algoritmo di calcolo di può descrivere come:

$$\text{Inquinante}_{\text{aggregato}} = \sum_i k_i \cdot E_i .$$

Dove K_i è un coefficiente specifico per ogni tipo di inquinante aggregato ed E_i sono le emissioni dell'inquinante di partenza.

Nel caso della CO₂ equivalente il coefficiente incorpora già la conversione delle unità di misura fra gli inquinanti di partenza e quelli dell'inquinante calcolato. Le emissioni di CO₂ sono espresse in [kt/anno], quelle di CH₄ e N₂O in [t/anno].

Di seguito sono riportati i coefficienti utilizzati per il calcolo degli inquinanti descritti sopra, Tabella 5.

Tabella 5 - Coefficienti utilizzati per il calcolo degli inquinanti aggregati a partire dagli inquinanti stimati dai singoli moduli di calcolo di INEMAR6

Inquinante di partenza	Sostanze acidificanti	CO ₂ equivalente	PM10	PM2_5	Precursori dell'ozono
CH ₄		0,021			0,014
CO					0,11
CO ₂		1			
COV					1
HFC		0,001696			
N ₂ O		0,31			
NF ₃		0,008			
NH ₃	0,05882		0,4	0,3	
NO _x	0,02174		0,7	0,6	1,22
PFC		0,007841			
PM10			1		
PM2.5				1	
SF ₆		0,0239			
SO ₂	0,03125		0,5	0,4	

3 Fonti dei dati

In questo capitolo sono elencate tutte le attività SNAP97 inserite all'interno dell'inventario provinciale INEMAR6 per l'anno 2010 descritte in forma tabellare al fine di snellire la presentazione delle informazioni. Per ogni attività è indicata l'origine dei dati utilizzati per la stima delle emissioni e, ove necessario, sono fornite descrizioni dettagliate sulle elaborazioni specifiche dei dati impiegati, o approfondimenti sulle singole analisi dei Moduli di calcolo con riferimenti al materiale riportato negli allegati.

3.1 Macrosettore 01: Produzione energia e trasformazione combustibili

A differenza dell'inventario dell'anno 2007 non è stato inserito il settore *01.01 - Centrali termoelettriche pubbliche* in quanto si è scelto di uniformarsi alla metodologia adottata dal gruppo di lavoro di INEMAR. Infatti, le centrali di teleriscaldamento sono al contempo produttrici di calore per il riscaldamento e di energia elettrica: nel caso dei motori cogenerativi questa seconda forma di energia diventa molto significativa (anche il 50% dell'energia totale ricavabile dal processo di combustione). Da questo doppio contributo può nascere un'ambiguità nella classificazione tra i settori *01.01* e *01.02*. Nel caso dei piccoli impianti presenti nel territorio provinciale la scelta è ricaduta nel settore *01.02* perché tali impianti hanno una finalità prettamente rivolta al teleriscaldamento. Mentre nel settore *01.01* sarebbero da considerare impianti che producono principalmente energia, come ad esempio una grossa centrale termoelettrica.

3.1.1 Settore 01.02: Teleriscaldamento

01.02.03 01.02.04 01.02.05	Caldaie con potenza termica < 50 MW; Turbine a gas; Motori a combustione interna. Combustibili: metano, gasolio, olio combustibile, biomassa, olio vegetale.
INDICATORE	Consumo combustibile (GJ)
Fonte	Dati forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Sono presenti 11 ditte, per maggiori dettagli vedere elenco Allegato 8.2

3.2 Macrosettore 02: Combustione non industriale

3.2.1 Settore 02.01: Impianti commerciali ed istituzionali

02.01.03	Caldaie con potenza termica < 50 MW. Combustibili: metano, gasolio, biomassa, GPL
INDICATORE	Consumo combustibile (GJ)
Fonte	Bollettino petrolifero per l'anno 2010 [MSE 2010]: da cui si ricavano: la vendita di gasolio per riscaldamento a livello provinciale e la vendita di GPL al netto del consumo per autotrazione. Ditte distributrici gas: forniscono i dati delle vendite di gas metano per ogni comune. Dati forniti dalle singole ditte.
PROXY	Per le sorgenti diffuse a gasolio e GPL come proxy si utilizza il numero di addetti nel settore terziario per comune. Per le sorgenti diffuse a metano come proxy si utilizza i quantitativi venduti al netto dei consumi dell' ospedale S. Chiara di Trento, che è computato nelle puntuali.
Fonte	Addetti terziario ricavati da 8° Censimento dell'Industria e dei servizi [ISTAT 2001]. Metano distribuito ricavato dai dati di vendita delle ditte distributrici (Allegato 8.8).
METODOLOGIA	Modulo Diffuse: le quantità di gasolio e di GPL effettivamente attribuibili al settore terziario sono state ricavate partendo dai dati del Bollettino petrolifero ed utilizzando i coefficienti ENEA per la ripartizione dei consumi tra residenziale e terziario [ENEA 2009], coefficienti validi a livello nazionale (Tabella 6). Le quantità di gas metano distribuito sono state ricavate tramite il processo descritto nel Allegato 8.8. Modulo Puntuali: Le sorgenti puntuali considerate riguardano Enti pubblici con grandi impianti di riscaldamento oppure impianti di riscaldamento di uffici o di locali di lavoro delle ditte produttrici. Ogni ditta ha fornito i consumi di metano, gasolio e biomassa. Sono presenti 2 impianti APSS Santa Chiara e Comune di Sant'Orsola Terme Ente, vedere elenco Allegato 8.2.

Tabella 6 - Percentuali di ripartizione del consumo di gasolio e GPL attribuibili ai settori residenziale e terziario

Combustibile	Residenziale	Terziario
Gasolio	94%	6%
GPL	79%	21%

Si segnala che le caldaie ad olio combustibile ed a kerosene per uso civile non sono state considerate nella compilazione del presente inventario, in quanto non presenti in provincia.

02.01.07	Pizzerie con forno a legna - legna
INDICATORE Fonte	Consumo combustibile (GJ) Indagine Camera Commercio I.A.A. di Trento, La filiera Foresta Legno Energia, 2009 [CCIAA 2008].
PROXY Fonte	Si utilizza la proxy ricavata per lo scorso inventario: numero di locali per comune. Ricerca su Pagine Gialle.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. L'indagine della Camera di Commercio di Trento riguarda un'indagine telefonica riferita all'anno 2008 da cui si ricavano i quantitativi di legna (t) usati per le pizzerie con forno a legna presenti sul territorio trentino.

3.2.2 Settore 02.02: Impianti residenziali

02.02.02	Caldaie con potenza termica < 50 MW - gasolio, kerosene, metano e GPL
INDICATORE Fonte	Consumo combustibile (GJ) Bollettino petrolifero per l'anno 2010: da cui si ricavano: la vendita di gasolio per riscaldamento a livello provinciale e la vendita di GPL al netto del consumo per autotrazione. Agenzia delle Dogane di Trento: dati di vendita di kerosene in provincia. Ditte distributrici gas: forniscono i dati delle vendite di gas metano per ogni comune.
PROXY Fonte	Per gasolio e GPL si utilizza la proxy che si ricava dal Modulo Riscaldamento che calcola i consumi energetici a livello comunale. Per il metano come proxy si hanno i quantitativi venduti per gli impianti residenziali. Per il Kerosene come proxy si utilizzano i residenti per comune Distribuzione di Gasolio e GPL del Modulo Riscaldamento. Metano distribuito ricavato dai dati di vendita delle ditte distributrici (Allegato 8.8). Kerosene dati residenti con fonte ISTAT [ISTAT 2012].
METODOLOGIA	Calcolo tramite il Modulo Diffuse: le quantità di gasolio e di GPL effettivamente attribuibili al settore residenziale sono state ricavate partendo dai dati del Bollettino petrolifero ed utilizzando i coefficienti ENEA per la ripartizione dei consumi tra residenziale e terziario Tabella 6, [ENEA 2009]. Le quantità di gas metano distribuito sono state ricavate tramite il processo descritto nel Allegato 8.8. Il kerosene è associabile solo al riscaldamento domestico, quindi non si pongono ambiguità tra i settori 02.01 e 02.02.

02.02.06	Camino aperto tradizionale, a legna
02.02.07	Stufa tradizionale a legna, a legna
02.02.08	Camino chiuso o inserto, a legna
02.02.09	Stufa o caldaia innovativa a legna
02.02.10	Stufa automatica a pellet o cippato o BAT legna, a legna
02.02.11	Sistema BAT a pellet, a legna
INDICATORE Fonte	Consumo combustibile (GJ) Studio su consumi di legna e tipologia di stufa o camino ad uso residenziale in Trentino [SS-PAT 2012].
PROXY Fonte	Quantità di legna bruciata per comune per ogni sistema di combustione in base al numero di nuclei abitativi. Studio su consumi di legna e tipologia di stufa o camino ad uso residenziale in Trentino [SS-PAT 2012], e dati ISTAT [ISTAT-pop 2001].
METODOLOGIA	Calcolo tramite il Modulo Diffuse. La metodologia per il calcolo dell'indicatore e delle proxy relative a queste attività sono spiegate nel dettaglio in Allegato 8.8.

3.3 Macrosettore 03: Combustione nell'industria

Questo Macrosettore presenta diverse attività che per importanza sono state inserite nel *Modulo Puntuali* per aziende specifiche (Allegato 8.2) i cui dati derivano quindi dalle schede compilate da ciascuna ditta.

3.3.1 Settore 03.01: Combustione nelle caldaie turbine e motori a combustione interna

03.01.03	Caldaie con potenza termica < 50 MW - metano, gasolio, olio combustibile, GPL, legna, biogas (gas da depositi di rifiuti), residui agricoli
INDICATORE Fonte	Consumo combustibile (GJ) Per contributo Puntuali i dati di consumo di combustibile sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010. Per contributo Diffuse si ha solo metano: dati di vendita delle ditte distributrici gas per ogni comune.
PROXY Fonte	Per il contributo Diffuse: quantitativi venduti al netto dei consumi delle sorgenti puntuali e verificati con i totali dichiarati da SNAM. Metano distribuito dalle ditte distributrici (Allegato 8.8).
METODOLOGIA	Calcolo tramite il Modulo Puntuali: le sorgenti puntuali considerate dai vari impianti di produzione che hanno delle caldaie che producono calore di processo. Ogni ditta ha fornito i consumi di metano, gasolio, olio combustibile, legna e carbone. Dove possibile si sono verificati od integrati i dati con le dichiarazioni EU-ETS-2010. Calcolo tramite il Modulo Diffuse: le quantità di gas metano distribuito sono state ricavate tramite il processo descritto in Allegato 8.8. Sono presenti 30 ditte, vedi elenco in Allegato 8.2.

03.01.04	Turbine a gas - metano
03.01.05	Motori a combustione interna - metano
INDICATORE Fonte	Consumo combustibile (GJ) Per contributo Puntuali i dati di consumo di combustibile sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali: Le fonti puntuali considerate dai vari impianti di produzione che hanno delle turbine a gas o motori che producono calore ed energia di processo. Ogni ditta ha fornito i consumi di metano. Dove possibile si sono verificati od integrati i dati con le dichiarazioni EU-ETS-2010. Sono presenti 7 ditte: Alto Garda Power, Aquafil Spa, Cartiere Villalagarina spa, Condino Energia srl, Dolomiti Reti Spa (trento frutta), Fedrigoni Cartiere - Arco, Gallox spa, vedi Allegato 8.2.

3.3.2 Settore 03.03: Processi di combustione con contatto

03.03.11	Cemento- farine animali, olio combustibile, petcoke
INDICATORE	Consumo combustibile (GJ)
Fonte	Per contributo Puntuali i dati di consumo di combustibile sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Dove possibile si sono verificati od integrati i dati con le dichiarazioni EU-ETS-2010. In un impianto per la produzione di cemento si separano due contributi: l'attività 03.03.11 (processo di cottura, emissioni da combustione), l'attività 04.06.12 (processo di calcinazione, emissione da decarbonatazione). Sono presenti 2 ditte: Italcementi e Buzzi Unicem, vedi Allegato 8.2.

03.03.12	Calce incluse le industrie del ferro dell'acciaio e di paste per la carta petcoke - carbone da cokeria, petcoke
INDICATORE	Consumo combustibile (GJ)
Fonte	Per contributo Puntuali i dati di consumo di combustibile sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. E' presente una ditta Tassullo (di Tassullo), vedi Allegato 8.2.

03.03.13	Agglomerati bituminosi
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Per contributo Puntuali i dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. In un impianto per la produzione di agglomerati bituminosi è presente l'attività 03.03.13 sempre associata l'attività nel settore 03.01 necessaria per la produzione di calore di processo. Sono presenti 8 ditte: Beton Asfalti srl, Venturini Conglomerati s.r.l., Zanghellini asfalti, Gruppo Adige Bitumi - Stabilimento di Mezzocorona, Stradasfalti S.r.l., Gruppo Adige Bitumi spa - Stabilimento Nago, Misconel srl, Mazzotti Romualdo spa, vedi Allegato 8.2.

03.03.15	Contenitori di vetro - metano
INDICATORE	Consumo combustibile (GJ)
Fonte	Per contributo Puntuali i dati di consumo di combustibile sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. In un impianto per la produzione di vetro si separano due contributi: l'attività 03.03.15 (emissioni da combustione), l'attività 04.06.13 (emissione da decarbonatazione). Sono presenti 2 ditte: O-I manufacturing e Vetri speciali, vedi Allegato 8.2.

03.03.19	Laterizzi e piastrelle
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. E' presente una ditta S.E.P.R. Italia Spa, vedi Allegato 8.2.

03.03.21	Industria cartiera (processi di essiccazione)
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Negli impianti per la produzione di carta è presente l'attività 03.03.21 sempre associata l'attività 04.06.02. Sono presenti 8 ditte: Arconvert spa, Cartiera di Carmignano Spa, Cartiere del Garda Spa, Cartiere Villa Lagarina S.P.A., Fedrigoni Cartiere - Arco, Fedrigoni Cartiere - Varone, Gruppo Cordenons spa, Legoprint spa. Legoprint e Arconvert producono carte speciali e quindi hanno seccherie ma non processo 04.06.02. Vedi Allegato 8.2.

03.03.26	Altri processi con contatto
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Di tale attività non sono presenti fattori di emissione, quindi sono inserite solo le emissioni misurate a camino. Sono presenti 3 ditte: Arconvert spa, Italcementi Spa, Serbatoi Cemin Eurotank SRL, vedi Allegato 8.2.

3.4 Macrosettore 04: Processi produttivi

3.4.1 Settore 04.02: Processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone.

04.02.07	Acciaio (forno elettrico)
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Da notare che in questa attività sono contenute solo le emissioni riguardanti il processo di fusione ad arco elettrico dell'acciaio, mentre tutte le emissioni legate alla produzione di calore di processo o al preriscaldamento vanno inserite nel settore 03.01. E' presente una ditta Acciaierie Borgo Valsugana, vedi Allegato 8.2.

3.4.2 Settore 04.03: Processi nelle industrie di metalli non ferrosi

04.03.07	Galvanizzazione
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Da notare che in questa attività sono contenute solo le emissioni riguardanti il processo di galvanizzazione, mentre tutte le emissioni legate alla produzione di calore di processo o al preriscaldamento vanno inserite nel settore 03.01. Sono presenti 3 ditte: Gallox spa, Glacier Vandervell, La Galvanica Trentina s.r.l, vedi Allegato 8.2.

04.03.11	Uso di materiale da saldatura
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Di tale attività non sono presenti fattori di emissione, quindi sono inserite solo le emissioni misurate a camino. Sono presenti 2 ditte: Cartiere del Garda Spa, Concerie della Vallarsa, vedi Allegato 8.2.

3.4.3 Settore 04.05: Processi nelle industrie chimiche organiche

04.05.27	Altro
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Di tale attività non sono presenti fattori di emissione, quindi sono inserite solo le emissioni misurate a camino. Sono presenti 2 ditte: Marangoni Gomma Srl (mescole e Stoccaggio pneumatici per smaltimento), Aquafil Spa (produzione e filatura nylon 6), vedi Allegato 8.2.

3.4.4 Settore 04.06: Processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti bevande e altro

04.06.02	Paste per la carta (processo al solfato)
INDICATORE	Quantità prodotta (t)
Fonte	Per contributo Puntuali i dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. In un impianto per la produzione di carta è presente l'attività 03.03.21 sempre associata l'attività 04.06.02. Sono presenti 6 ditte: Fedrigoni Cartiere - Arco, Cartiera di Carmignano Spa, Cartiere del Garda spa, Fedrigoni Cartiere - Varone, Gruppo Cordenons spa, Cartiere Villa Lagarina spa, vedi Allegato 8.2.

04.06.05	Pane
INDICATORE	Quantità prodotta (t): si utilizzano il dati di consumo medio giornaliero (120g/ab giorno) corretto del tasso di turisticità (aumento 15,42% della popolazione residente).
Fonte	AssoPane, comunicazione personale. Tasso di turisticità [ONT 2008]
PROXY	Numero di panifici per Comune - Anno 2006
Fonte	Servizio statistica provincia di Trento codice ATECO 10.71.10
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Il valore dell'indicatore risulta significativamente inferiore rispetto a quello del 2007.

04.06.06	Vino
INDICATORE	Produzione di vino (litri)
Fonte	AGRI ISTAT - Anno 2010 [ISTAT AGRI 2009]
PROXY	Addetti per unità locale per Comune - Anno 2009.
Fonte	Servizio statistica provincia di Trento codice ATECO 11021 Vini da tavola e vini di qualità prodotti in regioni, codice ATECO 11022 - Vino spumante e altri vini speciali.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

04.06.08	Alcolici
INDICATORE	Produzione alcolici (litri) escluso vino e birra
Fonte	Dato elaborato da Techne, Inventario provinciale delle emissioni 2004.
PROXY	produzione per Comune - Anno 2000
Fonte	Dato elaborato da Techne, Inventario provinciale delle emissioni 2004.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

04.06.11	Pavimentazione stradale con asfalto
INDICATORE	Quantità sparsa (t)
Fonte	EAPA 2010 [EAPA 2011]
PROXY	rete stradale (km archi)
Fonte	INEMAR Modulo Traffico
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Per la stima dell'indicatore: si parte dalla produzione nazionale di asfalto per l'anno 2010. Come indicato dalla metodologia INEMAR si considera che solo il 50% dell'asfalto sia superficiale, e che quindi emetta COV e PTS. Quindi l'indicatore provinciale si ricava dal 50% della produzione nazionale scalata a livello provinciale tramite il fattore popolazione provinciale su popolazione nazionale.

04.06.12	Cemento decarbonatazione
INDICATORE	Quantità di clinker prodotta (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. In un impianto per la produzione di cemento si separano due contributi: l'attività 03.03.11 (processo di cottura, emissioni da combustione), l'attività 04.06.12 (processo di calcinazione, emissione da decarbonatazione). Sono presenti 2 ditte: Italcementi spa, Buzzi Unicem spa, vedi Allegato 8.2.

04.06.13	Vetro decarbonatazione
INDICATORE	Quantità di vetro prodotto (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte. Ove disponibili, dichiarazioni EU ETS-2010.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. In un impianto per la produzione di vetro si separano due contributi: l'attività 03.03.15 (emissioni da combustione), l'attività 04.06.13 (emissione da decarbonatazione). Sono presenti 2 ditte: O-I manufacturing, Vetri speciali, vedi Allegato 8.2.

04.06.16	Estrazione di materiali da cava
INDICATORE	Quantità estratta (t)
Fonte	Servizio minerario Provincia Autonoma di Trento.
PROXY	Produzione di materiale da cava per comune.
Fonte	Servizio minerario Provincia Autonoma di Trento.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Per calcolare la quantità totale di materiale estratto si considera il totale del prodotto da cava ed lo scarto asportato.

04.06.23	Cementifici e calcifici frantumazione trasporto e deposito
INDICATORE	Quantità trattata (t)
Fonte	Dati di produzione sono forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Attività presente in impianti di cementifici e bitumifici. Non sono presenti fattori di emissione, quindi si hanno solo emissioni misurate a camino. Sono presenti 12 ditte: Italcementi spa, Beton Asfalti srl, Venturini Conglomerati srl, Zanghellini asfalti, Gruppo Adige Bitumi di Mezzocorona, Stradasfalti srl, Gruppo Adige Bitumi spa Nago, Buzzi Unicem spa, Tassullo Spa - Taio, Tassullo Spa - Tassullo, Misconel srl, Mazzotti Romualdo spa., vedi Allegato 8.2.

3.5 Macrosettore 05: Estrazione e distribuzione di combustibili

3.5.1 Settore 05.05: Distribuzione di benzine

05.05.03	Stazioni di servizio incluso il rifornimento di veicoli
INDICATORE	Quantità benzina venduta (t)
Fonte	Servizio Commercio e Cooperazione della Provincia Autonoma di Trento, Ufficio attività commerciali.
PROXY	Carburante erogato per comune.
Fonte	Servizio Commercio e Cooperazione della Provincia Autonoma di Trento, Ufficio attività commerciali.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Corrispondente alle perdite che si generano dall'erogazione di benzina senza piombo per veicoli.

3.5.2 Settore 05.06: Reti di distribuzione di gas

05.06.01	Condotte
INDICATORE	Quantità di gas distribuita (1000 m ³).
Fonte	SNAM e dichiarazione di acquisto fuori provincia da singole ditte (Allegato 8.8)
PROXY	Lunghezza comunale condotte
Fonte	Portale Geocartografico Trentino [SIAT 2013]
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. In questa attività sono comprese le perdite di CH ₄ e NMVOC dalla rete di condotte ad alta pressione derivanti dal normale esercizio degli impianti e da interventi di manutenzione o da eventi accidentali.

05.06.03	Reti di distribuzione
INDICATORE	Quantità di gas distribuita (1000 m ³).
Fonte	SNAM e dichiarazione di acquisto fuori provincia da singole ditte (Allegato 8.8)
PROXY	Vendite di gas metano totale per comune.
Fonte	Aziende distributrici gas metano e schede puntuali (Allegato 8.8).
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.6 Macrosettore 06: Uso di solventi

Per questo Macrosettore è stato effettuato un aggiornamento della metodologia di calcolo degli indicatori e delle proxy derivanti da un'indagine condotta su ditte della Provincia Autonoma di Trento soggette alla redazione del Piano Gestione Solventi o soggette ad Autorizzazione in Via Generale per le emissioni in atmosfera.

Il Piano Gestione Solventi consiste in una rendicontazione dettagliata dei quantitativi di solvente acquistati, riutilizzati, smaltiti come rifiuto o persi in degradazioni chimiche ed una stima delle emissioni di COV convogliate e diffuse. Va redatto dalla ditta con frequenza annuale, come stabilito nell'Allegato III della Parte V del D.Lgs. 152/2006.

Le ditte con emissioni considerate "scarsamente rilevanti agli effetti dell'inquinamento atmosferico", secondo quanto disciplinato l'Art. 272 del D.Lgs. 152/2006 e relativi allegati, sono soggette ad una Autorizzazione in via generale per le emissioni in atmosfera. Tali ditte, in base a quanto previsto dalla normativa provinciale vigente, sono tenute a registrare su uno specifico libretto le quantità di prodotti realmente utilizzate in ogni anno e a conservarlo a disposizione degli organismi preposti al controllo.

A seguito dell'indagine si sono registrati aggiornamenti per le attività 06.01.02 - Verniciatura riparazione di autoveicoli, 06.01.07 - Verniciatura legno, 06.02.02 - Pulitura a secco, 06.04.03 - Industria della stampa [APPA-TN 2012].

3.6.1 Settore 06.01: Verniciatura

06.01.02	Verniciatura riparazione di autoveicoli
INDICATORE	Consumi di vernice (t).
Fonte	Approfondimento su fattori di emissione e Indicatori M06, APPA TN [APPA-TN 2012].
PROXY	Numero addetti per comune.
Fonte	Archivio Statistico Imprese Attive - ASIA (ISTAT), codice ATECO 45.20.20 (Automobili-Autoveicoli: manutenzione e riparazione carrozzeria)
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Per calcolare l'indicatore si parte dal quantitativo medio di solvente consumato per addetto (89 kg solvente/addetto) e lo si moltiplica per il numero di addetti provinciali.

06.01.04	Verniciatura uso domestico (eccetto 06.01.07)
INDICATORE	Consumi di vernice (t).
Fonte	Dati consumo apparente PRODCOM [PRODCOM 2010] e dati ISPRA-IIR settore 06.01 [IIR 2012]
PROXY	Residenti per comune
Fonte	ISTAT [ISTAT 2012]
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Per calcolare l'indicatore si ottengono i consumi provinciali di vernici dal prodotto tra i consumi nazionali e la proxy data dal rapporto tra popolazione regionale e popolazione nazionale.

06.01.05	Verniciatura rivestimenti
INDICATORE	Consumi di vernice (t).
Fonte	Dati di consumo di vernice forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. E' presente una ditta Gallox spa, vedi Allegato 8.2.

06.01.07	Verniciatura legno
INDICATORE	Consumi di vernice (t).
Fonte	Approfondimento su fattori di emissione e Indicatori M06, APPA TN [APPA-TN 2012].
PROXY	Numero addetti per comune.
Fonte	Servizio Statistica della Provincia di Trento, codice ATECO 16.10.00, 16.21.00, 31.09.50, 25.61.00, 43.34.00, 31.02.00, 31.09.10, 31.09.90, 31.01.22, 95.24.01, 16.22.00, 16.23.20, 16.24.00, 16.29.11, 16.29.12, 16.29.19, 30.99.00, 32.99.40, 16.29.40.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Per calcolare l'indicatore si parte dal quantitativo medio di solvente consumato per addetto (62 kg solvente/addetto) e lo si moltiplica per il numero di addetti provinciali.

06.01.08	Altre applicazioni industriali di verniciatura
INDICATORE	Consumi di vernice (t).
Fonte	Dati di consumo di vernice forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. E' presente una ditta Marangoni Gomma Srl, vedi Allegato 8.2.

3.6.2 Settore 06.02: Sgrassaggio pulitura a secco e componentistica elettronica

06.02.01	Sgrassaggio metalli
INDICATORE	Consumi solventi (t).
Fonte	Dati di consumo di solventi forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Sono presenti 2 ditte: Gallox spa, Vetri Speciali spa, vedi Allegato 8.2.

06.02.02	Pulitura a secco
INDICATORE	Consumi di solventi (t).
Fonte	Approfondimento su fattori di emissione e Indicatori M06, APPA TN [APPA-TN 2012].
PROXY	Numero ditte per comune.
Fonte	Dati forniti da Agenzia Provinciale per l'Ambiente - Ufficio Aria e Rumore: puliture a secco per comune, anno 2010.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.6.3 Settore 06.03: Produzione o lavorazione di prodotti chimici

06.03.02	Produzione / lavorazione di cloruro di polivinile
06.03.05	Produzione / lavorazione della gomma
06.03.06	Sintesi di prodotti farmaceutici
INDICATORE	Quantità prodotta (t).
Fonte	Dati di produzione forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Sono presenti rispettivamente per ogni attività: (02) Bilcare Fucine srl, (05) Marangoni Gomma Srl e Novurania Spa, (06) Sandoz Industrial Products Spa., vedi Allegato 8.2.

06.03.12	Finiture tessili
06.03.13	Conciatura di pelli
06.03.14	Altro (pannelli truciolari impregnazione carta ecc...)
INDICATORE Fonte	In ordine rispettivamente: quantità lavorata (m), quantità prodotta (m ²), quantità prodotta (t). Dati di produzione forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Per la concia si è utilizzata l'equivalenza di una pelle bovina con 3,6 m ² [GAL 2008]. Sono presenti rispettivamente per ogni attività: (12) Novurania Spa, (13) Concerie della Vallarsa, (14) S.E.P.R. Italia Spa, vedi Allegato 8.2.

3.6.4 Settore 06.04: Altro uso di solventi e relative attività.

06.04.03	Industria della stampa
INDICATORE Fonte	Consumi di inchiostro (kg). Dati di consumo di inchiostro forniti dalle singole ditte Approfondimento su fattori di emissione e Indicatori M06, APPA TN [APPA-TN 2012].
PROXY Fonte	Numero addetti per comune. Servizio Statistica della Provincia di Trento, codice ATECO 18.11.00 e 18.12.00
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Modulo Diffuse. Per il contributo diffuso l'indicatore si calcola moltiplicando il consumo medio di inchiostro (63,3 kg inchiostro/addetto) per il totale degli addetti del settore al netto degli addetti delle ditte puntuali. Sono presenti 3 ditte: Ati Packaging srl., Legoprint spa, Mondadori Printing spa, vedi Allegato 8.2.

06.04.05	Applicazione di colle e adesivi
INDICATORE Fonte	Quantità applicata (t). Dati di consumo di colle ed adesivi forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Sono presenti 3 ditte: Arconvert spa, Legoprint spa, Mondadori Printing spa, vedi Allegato 8.2.

06.04.08	Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)
INDICATORE Fonte	Popolazione ISTAT [ISTAT 2012]
PROXY Fonte	Popolazione ISTAT [ISTAT 2012]
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. La metodologia associa direttamente ad ogni abitante un fattore di emissione per i COV.

3.7 Macrosettore 07: Trasporto su strada

La stima delle emissioni mobili costituisce uno dei momenti di maggiore complessità nella realizzazione dell'inventario a causa delle numerose variabili che vi sono coinvolte. Devono essere infatti disponibili dati sulle vendite di combustibili, sulla composizione del parco circolante, sulle caratteristiche della rete viaria extraurbana (grafo, comprensivo delle pendenze) e sui flussi di traffico registrati e modellizzati. Vista la maggiore complessità rispetto agli altri settori l'analisi degli indicatori sarà trattata qui in maniera meno schematica.

3.7.1 Parco circolante

Per il calcolo delle emissioni sono necessari i dati relativi al parco circolante per comune suddiviso per le categorie considerate dal modello. I dati, forniti dall'ACI, richiedono una successiva elaborazione per aggregarli in corrispondenza dei codici utilizzati dal sistema. Tale operazione per i dati del 2005 era stata effettuata a cura del JRC nell'ambito di un esercizio modellistico su tutte le regioni del bacino padano; per il 2007 e quindi per l'attuale inventario si sono elaborati direttamente i dati forniti dall'ACI.

Le elaborazioni di seguito riportate fanno riferimento al parco circolante regionale, in quanto tale dato viene utilizzato dal sistema di calcolo per la stima delle emissioni.

L'andamento del parco circolante per tipologia di veicolo (settore) è riportato in Figura 6; osservando la figura si può osservare un lieve incremento degli autoveicoli e dei motocicli, a fronte di un trend sostanzialmente costante per i veicoli commerciali. In totale si osserva un incremento complessivo del parco costante di un 2% annuo (valore calcolato senza considerare i ciclomotori, a causa delle incertezze di determinazione).

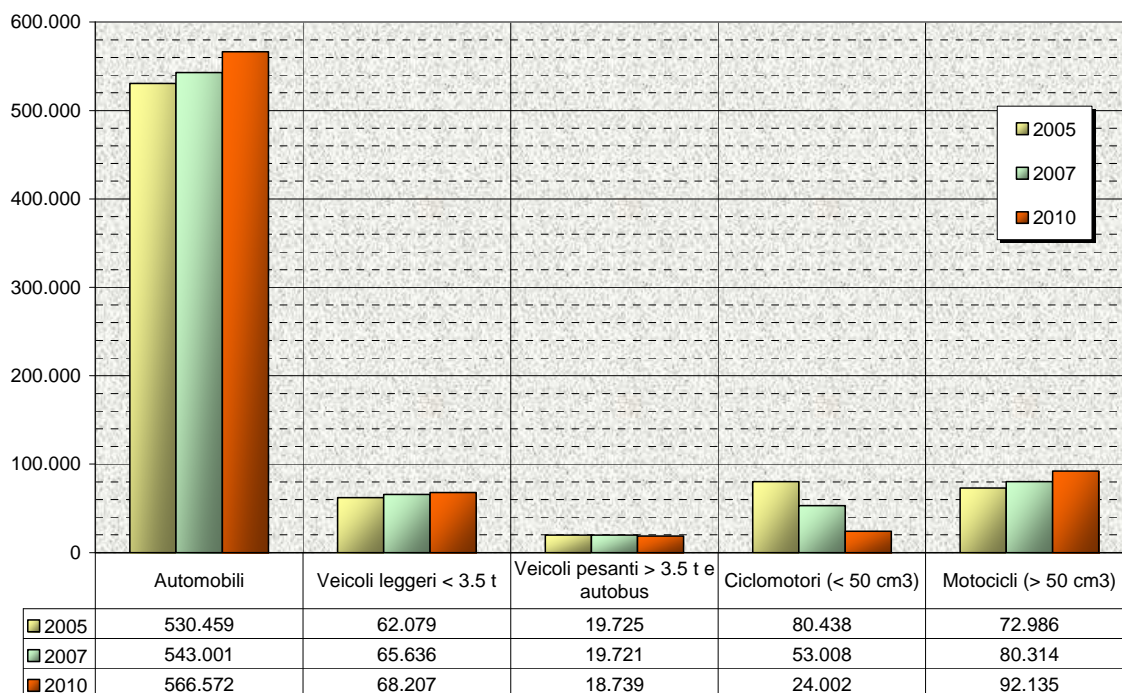


Figura 6 - Andamento del parco circolante regionale

In generale il parco circolante appare rinnovarsi (Figura 7), con un progressivo decremento delle classi più vecchie a favore degli EURO4, che costituiscono al 2010 il 41% dei veicoli a quattro ruote, e degli EURO5 (Figura 8).

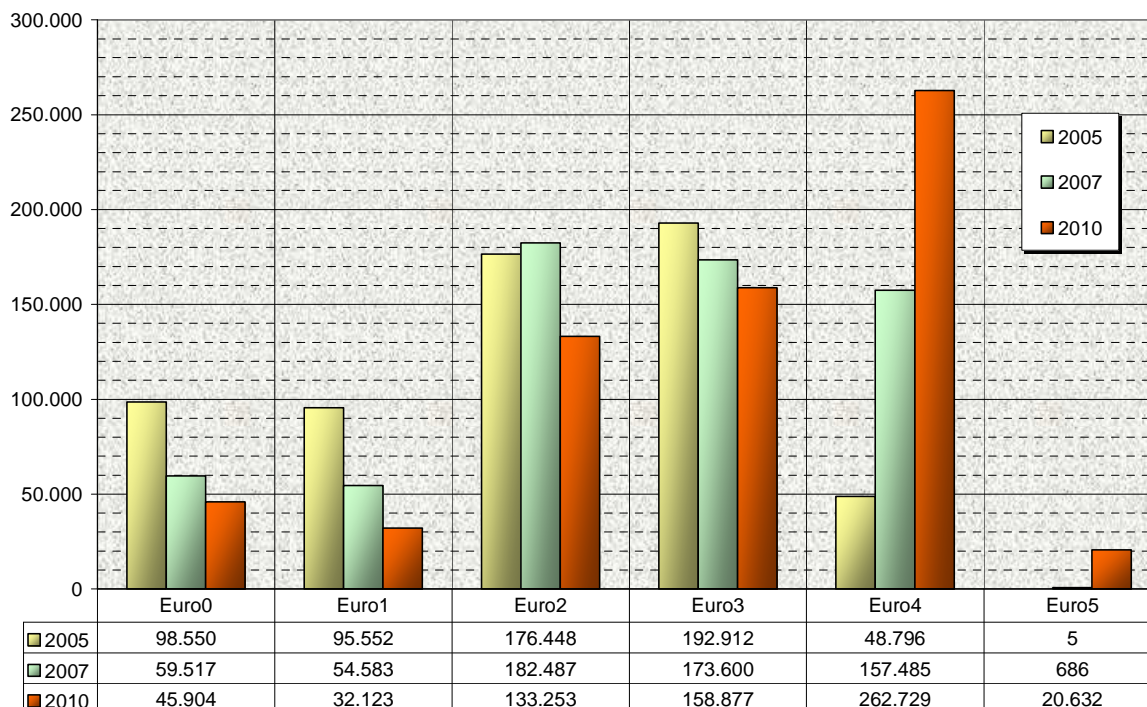


Figura 7 - Andamento del parco circolante (esclusi i veicoli a due ruote) suddiviso per categorie legislative

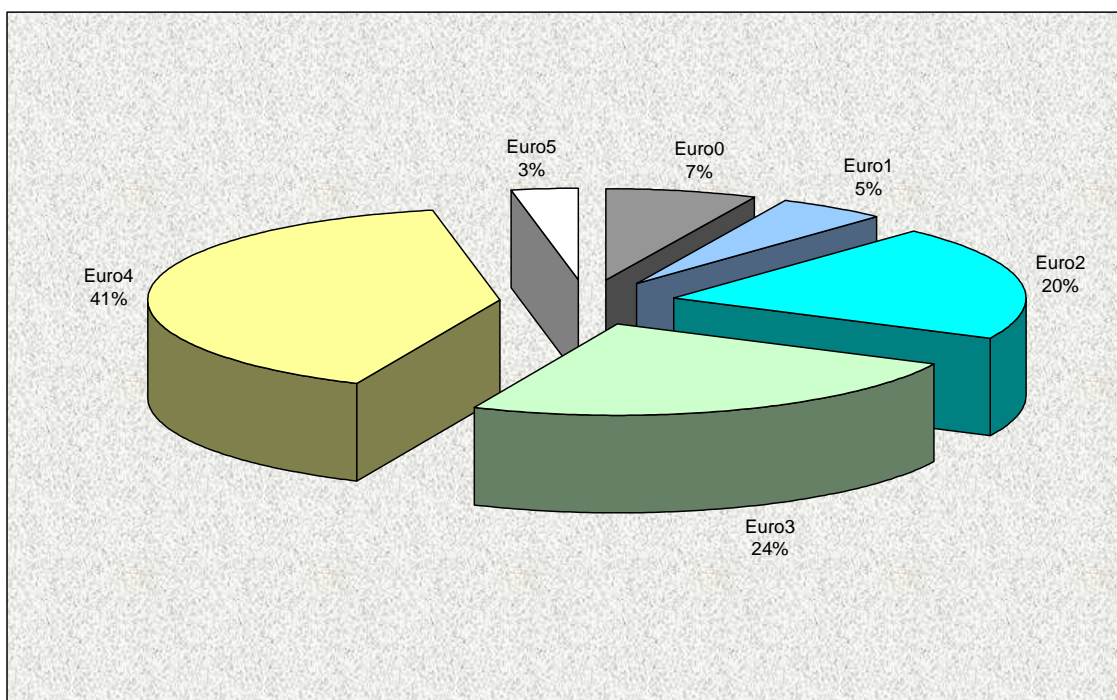


Figura 8 - Suddivisione del parco circolante 2010 per categorie legislative (esclusi i veicoli a due ruote)

In Figura 9 è riportato l'andamento del parco circolante per tipologia di combustibile; dal grafico emerge una regolarità nel calo dei veicoli a benzina e nell'incremento delle altre tipologie di combustibili.

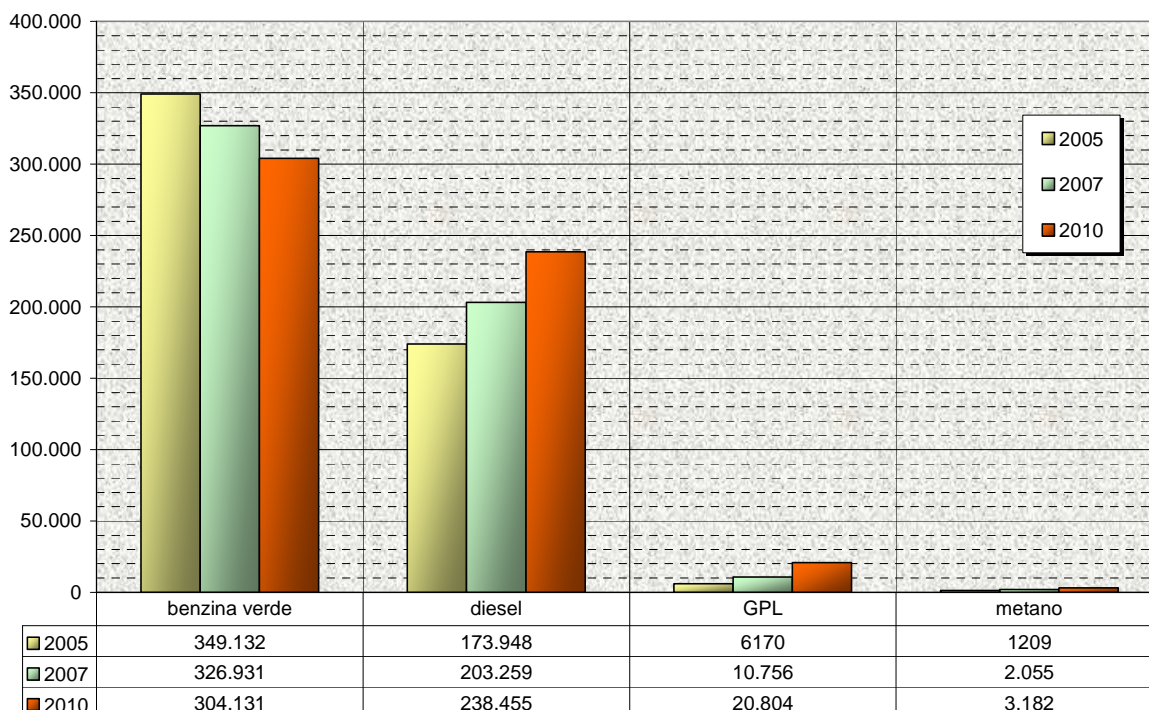


Figura 9 - Andamento del parco circolante (esclusi i veicoli a due ruote) suddiviso per tipo di combustibile

3.7.2 Veicoli pesanti

L'andamento dei veicoli pesanti, suddivisi per peso e tipologia, è riportato in Figura 10.

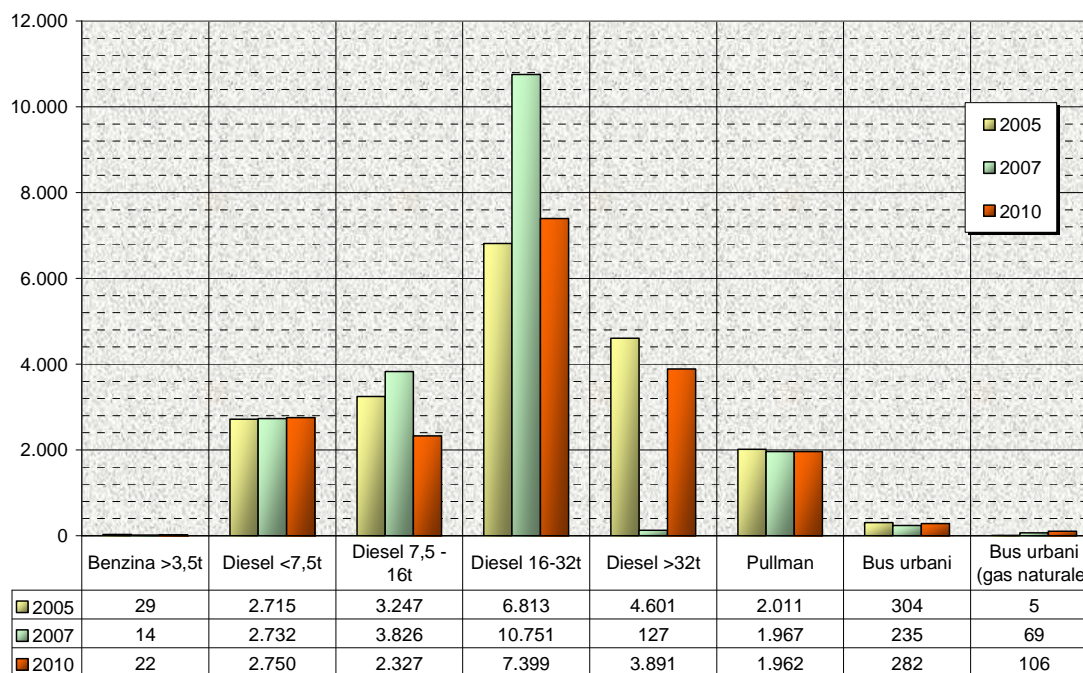


Figura 10 - Andamento del parco circolante relativo ai veicoli pesanti

Nell'elaborazione dei dati 2007, rispetto al 2005 nel confronto tra i due parchi si è riscontrata un'anomalia nella distribuzione dei veicoli pesanti per quel che riguarda le classi 16÷32 t e >32 t, con un "passaggio" di alcune centinaia di veicoli dalla categoria maggiore a quella inferiore. Tale variazione era dovuta ad un cambio nell'attribuzione dei veicoli appartenenti ad alcune categorie da parte dell'ACI.

I dati relativi al 2010 appaiono per contro più simili come trend ai valori 2005 in quanto nell'attribuzione si sono introdotti dei correttivi, in accordo con quanto fatto a livello di tavolo di lavoro: sulla base di elaborazioni effettuate da ISPRA il dato dei trattori fino a 20 t (che sono il 95,5% di tutti i trattori) è stato ripartito nelle classi di peso superiori, per tener conto del peso medio dei rimorchi, semirimorchi e cassoni utilizzati.

Per quanto riguarda gli autobus si sono utilizzati i dati forniti dalle aziende di trasporto (SASA, SAD e Trentino Trasporti). I dati mostrano un forte rinnovamento del parco bus urbani, che, a livello regionale, sono costituiti nel 2010 per il 30% da veicoli Euro5 (3% a gasolio e 27% a gas). I mezzi extraurbani appaiono invece generalmente più vecchi con prevalenza di veicoli Euro3 e Euro2.

3.7.3 Ciclomotori

La quantificazione dei ciclomotori circolanti rimane allo stato attuale uno dei punti controversi nella definizione del parco, in quanto questi veicoli non vengono conteggiati nelle statistiche ACI.

In mancanza di dati diretti per l'inventario 2005 è stato utilizzato il numero di veicoli considerato da TECHNE Consulting per il precedente inventario 2004. Per il 2007 il numero di ciclomotori è stato ricalcolato per i singoli comuni sulla base del rapporto ciclomotori/motocicli circolanti disponibile a livello nazionale (ANCMA); la stima secondo questa metodologia porta ad un numero di veicoli decisamente inferiore (circa 53.000 veicoli, rispetto ad un valore precedente di 80.000).

Per il 2010 a seguito di comunicazioni con i competenti uffici provinciali si è stimata la quantità di veicoli pari a 24.000 (12.000 a provincia); tale dato, pur se probabilmente più vicino alla realtà locale, appare comunque approssimativo e necessita di futuri approfondimenti.

Per quel che riguarda l'età dei veicoli si sono aggiornati i dati relativi al 2007, che facevano riferimento ad uno studio pubblicato da ISPRA (Iarocci e Cattani, 2009) aggiornando i dati in modo proporzionale al rinnovo del parco dei motocicli.

3.7.4 Grafo stradale

Il grafo utilizzato per gli inventari 2005 e 2007 era identico, mentre sono state apportate modifiche per l'inventario 2010.

Per entrambi le province (Tabella 7) si riscontra un incremento della lunghezza del grafo pari a circa 96 km (8% dei tratti non autostradali) per la provincia di Bolzano e 34 km per la provincia di Trento (3% dei tratti non autostradali) per quel che riguarda l'A22 vi sono lievi differenze relative a variazioni degli svincoli.

Tabella 7 - Variazioni nella lunghezza del grafo stradale utilizzato

	2005/2007			2010		
	A22	Altre Strade	TOTALE	A22	Altre Strade	TOTALE
BZ	120,73	1.161,00	1.281,73	116,15	1.257,34	1.373,50
TN	69,72	1.274,78	1.344,50	70,04	1.308,67	1.378,71
TAA	190,45	2.435,78	2.626,23	186,19	2.566,01	2.752,21

3.7.5 Traffico associato al grafo

È possibile calcolare le percorrenze complessive moltiplicando i passaggi per la lunghezza degli archi corrispondenti; essendo i passaggi espressi in termini di settore (automobili, leggeri, pesanti e moto) si può ottenere questo grado di disaggregazione.

L'analisi (Tabella 8) mostra, rispetto al 2007, un incremento delle percorrenze su rete ordinaria per entrambe le province e per tutti i tipi di veicoli, mentre per quanto riguarda il traffico autostradale si ha un incremento dei passaggi di autoveicoli e mezzi pesanti e un calo di motocicli e veicoli leggeri. I trend appaiono simili per le due province.

Confrontando gli *incrementi annui* si osserva come in provincia di Bolzano su rete ordinaria nel periodo 2005-2007 le percorrenze complessive sono rimaste pressoché costanti, mentre nel periodo 2007-2010 si è registrato un incremento annuo medio del 3%. In Trentino si è registrato un incremento medio annuo dell'7% nel primo periodo e del 3% nel periodo 2007-2010.

Per quanto riguarda il traffico autostradale nel primo periodo si sono registrati incrementi annui medi del 3% in entrambe le province, mentre dal 2007 al 2010 il traffico è rimasto pressoché costante in provincia di Bolzano e ha registrato una flessione dell'1% annuo in provincia di Trento.

Tabella 8 - Percorrenze associate al grafo stradale (milioni di km)

SETTORE		2005			2007			2010		
		A22	Altre Strade	TOTALE 2005	A22	Altre Strade	TOTALE 2007	A22	Altre Strade	TOTALE 2010
Automobili	BZ	845,49	2.270,11	3.115,61	870,48	2.290,56	3.161,04	992,71	2.490,60	3.483,32
Veicoli leggeri < 3.5 t	BZ	122,89	116,93	239,81	123,35	124,20	247,54	61,52	146,18	207,70

Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	BZ	298,38	184,10	482,48	328,79	183,27	512,06	350,06	194,22	544,29
Motocicli (> 50 cm3)	BZ	83,62	112,47	196,09	96,72	112,24	208,96	11,08	121,29	132,37
PERCORRENZA Totale BZ		1.350,38	2.683,61	4.033,99	1.419,34	2.710,26	4.129,60	1.415,37	2.952,30	4.367,67
Automobili	TN	692,81	1.995,50	2.688,31	721,74	2.346,07	3.067,81	789,29	2.559,10	3.348,39
Veicoli leggeri < 3.5 t	TN	91,84	110,17	202,02	93,33	121,85	215,17	43,37	163,27	206,64
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	TN	213,39	191,76	405,15	230,46	200,54	431,00	244,33	216,96	461,29
Motocicli (> 50 cm3)	TN	68,52	136,58	205,10	80,19	165,77	245,97	8,81	168,14	176,95
PERCORRENZA Totale TN		1.066,56	2.434,02	3.500,58	1.125,72	2.834,23	3.959,95	1.085,80	3.107,47	4.193,27
Automobili	TAA	1.538,30	4.265,62	5.803,92	1.592,23	4.636,63	6.228,86	1.782,00	5.049,70	6.831,71
Veicoli leggeri < 3.5 t	TAA	214,73	227,10	441,83	216,67	246,04	462,72	104,89	309,45	414,34
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	TAA	511,77	375,86	887,63	559,25	383,81	943,05	594,39	411,18	1.005,58
Motocicli (> 50 cm3)	TAA	152,14	249,05	401,19	176,91	278,01	454,92	19,89	289,43	309,32
PERCORRENZA Totale TAA		2.416,94	5.117,63	7.534,57	2.545,06	5.544,49	8.089,55	2.501,17	6.059,77	8.560,94

3.7.6 Combustibili

I consumi da assegnare al traffico diffuso vengono ottenuti come differenza tra i combustibili venduti, ricavati dal Bollettino Petrolifero, ed i consumi calcolati per il traffico lineare; anche le elaborazioni sui combustibili venduti ed utilizzati sono effettuate a livello regionale (Tabella 9).

Nel bollettino petrolifero sono riportate le vendite di gasolio e benzina suddivise per rete ordinaria, autostradale ed extrarete. Le peculiarità della regione Trentino Alto Adige fanno sì che questa sia interessata da elevati volumi di traffico di attraversamento; i consumi calcolati per il traffico lineare risultano quindi complessivamente superiori alle vendite su rete ordinaria ed autostradale. I consumi totali sono stati quindi stimati, a livello regionale, considerando le vendite di combustibili su rete di distribuzione ordinaria sommate ai consumi calcolati per la rete autostradale. Per quel che riguarda i combustibili venduti extrarete sono stati considerati i dati dei consumi forniti dalle aziende di trasporto pubblico. Si osserva come, essendo il quantitativo di combustibili venduti extrarete rilevante, sarebbe opportuno effettuare un'indagine volta a quantificarne la quota eventualmente consumata in regione.

Per quel che riguarda il gas metano si è utilizzato il valore SNAM, relativo al trasporto su strada, valore al quale si sono aggiunti i consumi autostradali e delle aziende di trasporto. Per il GPL, essendo nel complesso le vendite, anche sommate ai consumi autostradali, inferiori ai consumi calcolati per il traffico lineare, si è stimata la quota relativa al diffuso non dai dati di vendita, ma mantenendo il rapporto con i consumi lineari del 2007; i consumi di GPL sono comunque poco influenti su complesso delle emissioni locali.

Tabella 9 - Vendite e consumi di combustibili per il trasporto (t)

Anno	Combustibile	Bollettino Petrolifero			Aziende Trasporto pubblico	Consumi Autostradali stimati	Valori utilizzati per il calcolo
		RETE ORD.	RETE AUT.	EX.RETE			
2005	Diesel	257.327	47.396	362.717	12.406	210.079	479.813
	Metano				1.063	433	2.533
	GPL	3.568				1.472	5.040
	benzina verde	200.973	16.098	14.917		55.193	256.166
2007	Diesel	282.574	39.142	435.765	11.226	204.852	498.652
	Metano				2.474	773	4.676
	GPL	6.067				3.269	9.336
	benzina verde	179.330	11.143	25.162		53.068	232.398
2010	Diesel	304.853	37.592	316.001	13.348	181.733	499.933
	Metano				2.635	853	8.878
	GPL	11.801				5.510	20.988
	benzina verde	159.296	9.292	13.315		31.320	190.616

Per quanto riguarda il gasolio si osserva un incremento annuo del 2% tra il 2005 e il 2007, mentre i valori restano pressoché costanti nel triennio successivo; complessivamente tra il 2005 ed il 2007 si ha un incremento dei consumi di gasolio del 4%.

Diverso è l'andamento della benzina verde, che registra un decremento annuo del 5% tra il 2005 ed il 2007 e del 6% negli anni successivi, cosicché tra il 2005 ed il 2010 si registra un calo del 26% dei consumi di tale carburante.

Per quanto riguarda l'attribuzione dei consumi al traffico lineare e diffuso, l'incremento della rete viaria (del 4%), e quindi del traffico lineare, contrapposto ad una sostanziale costanza dei consumi complessivi, ha fatto sì che si sia registrato a forte riduzione dei consumi associati al traffico diffuso (Figura 11).

Anche per quanto riguarda i consumi di benzina verde si può osservare una riduzione della quota assegnata al traffico diffuso più marcata rispetto al lineare (Figura 12).

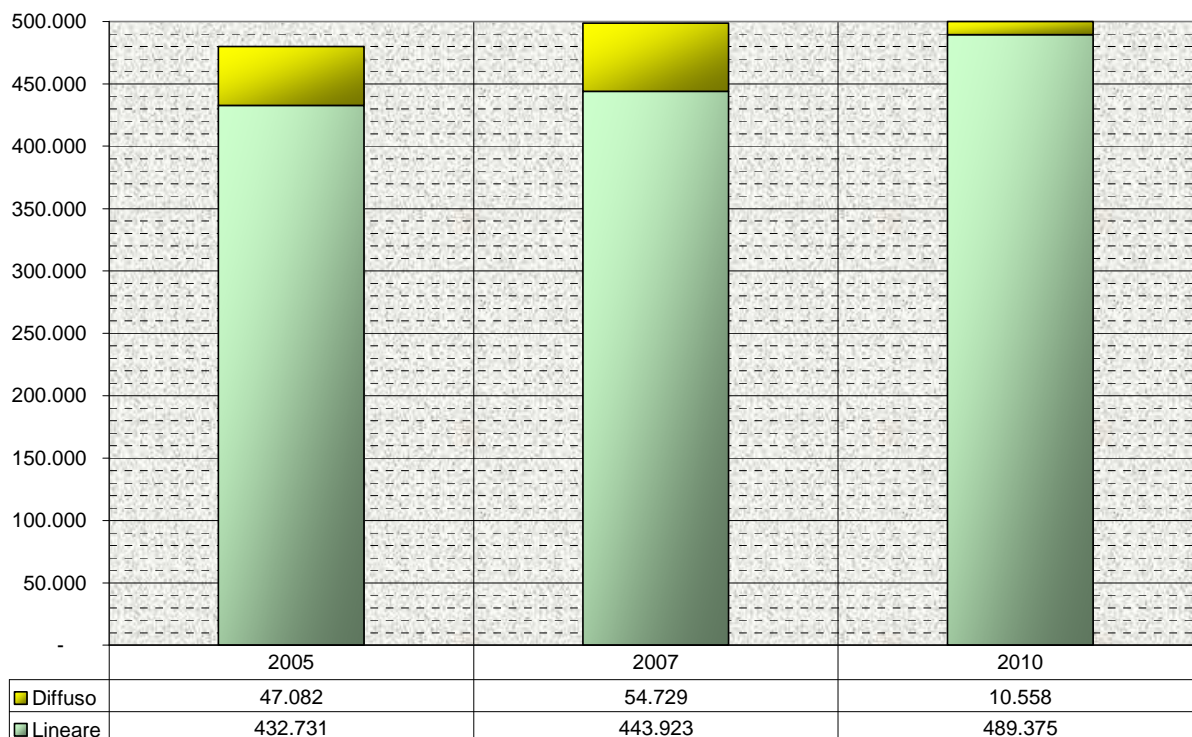


Figura 11 - Andamento dei consumi di gasolio attribuiti al Traffico Lineare e Diffuso

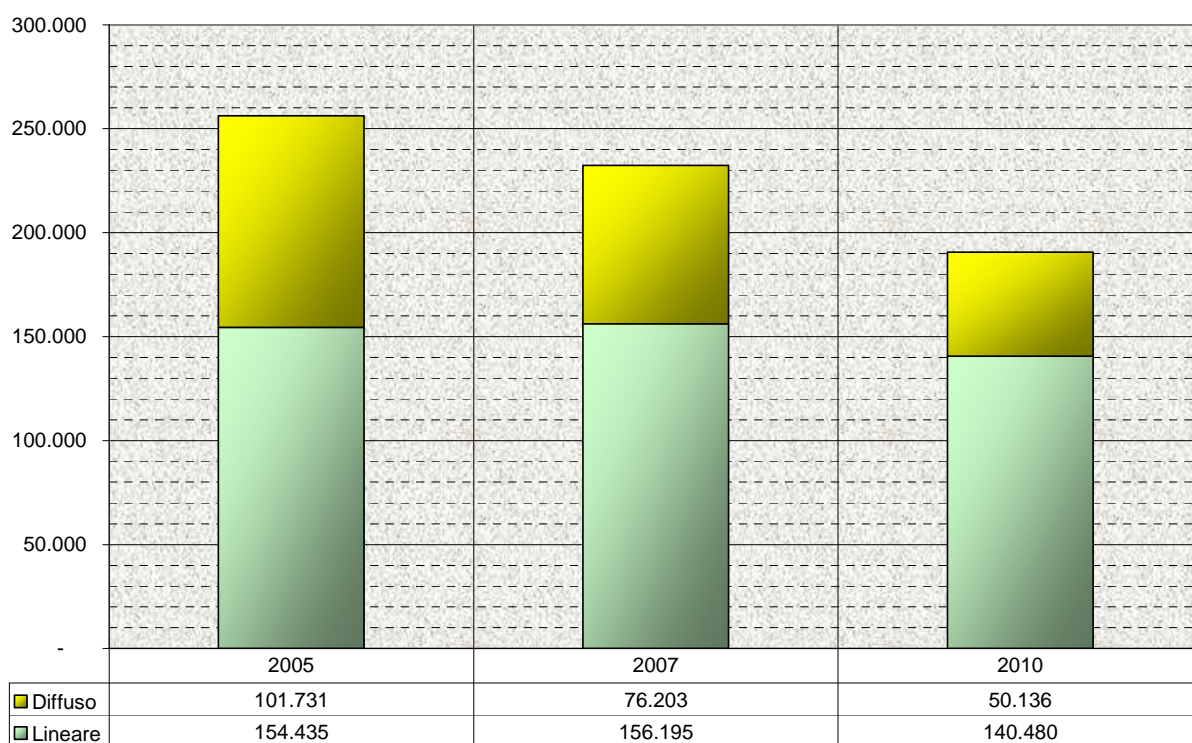


Figura 12 - Andamento dei consumi di benzina verde attribuiti al Traffico Lineare e Diffuso

3.8 Macrosettore 08: Altre sorgenti mobili e macchinari

3.8.1 Settore 8.1: Trasporti militari

08.01.00	Trasporti militari - diesel e benzina
INDICATORE	Consumi di combustibile (GJ).
Fonte	Bollettino Petrolifero 2010 - Immissioni sul mercato interno [MSE 2010]. Dal consumo nazionale si ottiene il dato provinciale utilizzando il rapporto tra le popolazioni provinciale e nazionale.
PROXY	Numero di caserme per comune
Fonte	Comando militare dell'esercito - Trentino Alto Adige
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. In Trentino sono presenti: due caserme a Trento ed una caserma a Riva del Garda.

3.8.2 Settore 8.2: Ferrovie

08.02.01	Locomotive di manovra - gasolio per autotrasporti
INDICATORE	Consumi di combustibile (t).
Fonte	Elaborazione su proporzione di dati consumi in Alto Adige.
PROXY	Valore attribuito al solo comune di Trento
Fonte	Non avendo maggiori informazioni sulle stazioni delle linee ferroviarie si è ipotizzato che il consumo maggiore avvenga nella stazione di Trento.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Per il calcolo dell'indicatore si ricava la proporzione tra i consumi di carburante per l'attività 08.02.01 e 08.02.02 per l'Alto-Adige e si applica al dato noto per il Trentino (attività 08.02.02).

08.02.02	Carrozze - gasolio per autotrasporti
INDICATORE	Consumi di combustibile (t).
Fonte	Trenitalia, comunicazione personale.
PROXY	Lunghezza della tratta ferroviaria per ogni comune attraversato.
Fonte	Portale Geocartografico Trentino [SIAT 2013]
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Tratto di ferrovia non elettrificato della Valsugana per il quale vengono utilizzati i mezzi diesel.

3.8.3 Settore 8.5: Traffico aereo

08.05.01	Traffico aereo nazionale cicli LTO minore 1000 m - kerosene
08.05.02	Traffico aereo internazionale cicli LTO minore 1000 m - kerosene
INDICATORE	Quantità di decolli/atterraggi LANDING AND TAKE OFF CYCLES (LTO).
Fonte	Aeroporto G. Caproni di Trento, comunicazione personale.
METODOLOGIA	Modulo Aeroporti. Nell'anno 2010 sono state registrate 115 tipologie di aereo, di queste solo 51 sono state collegate a dei codici ICAO presenti in INEMAR, le restanti tipologie sono principalmente elicotteri ai quali non è possibile associare un ciclo LTO e per i quali non sono presenti i fattori di emissione. Sono presenti voli con destinazioni internazionali principalmente Austria e Germania.

3.8.4 Settore 8.6: Agricoltura

08.06.00	Agricoltura - benzina verde e gasolio
INDICATORE	Consumi di combustibile (GJ).
Fonte	Bollettino Petrolifero 2010 - Immissioni sul mercato interno [MSE 2010]. Dal consumo nazionale si ottiene il dato provinciale utilizzando il rapporto tra le popolazioni provinciale e nazionale.
PROXY	SAU Superficie Agricola Utilizzata.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. L'indicatore è il consumo di benzina verde o gasolio utilizzati per i macchinari agricoli.

3.8.5 Settore 8.7: Silvicultura

08.07.00	Silvicultura - benzina verde
INDICATORE	Consumi di combustibile (GJ).
Fonte	Inventario delle emissioni in atmosfera INEMAR5 del 2007 [CISMA 2010].
PROXY	Superficie boschiva.
Fonte	Corine Land Cover 2006 [EEA-CLC 2006].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. L'indicatore è il consumo di benzina verde usato da macchinari, in particolare motoseghe, nei lavori di silvicultura. Non essendo reperibili dati specifici si utilizza lo stesso indicatore del precedente inventario. Tale valore deriva a sua volta dall'Inventario Nazionale delle Emissioni [ISPRA 2005], calcolato a partire dalle emissioni dei principali inquinanti e dai fattori di emissione usati da ISPRA.

3.8.6 Settore 8.8: Industria

08.08.00	Industria - diesel
INDICATORE	Consumi di combustibile (GJ).
Fonte	Bollettino Petrolifero 2010 - Immissioni sul mercato interno [MSE 2010]. Dal consumo nazionale si ottiene il dato provinciale utilizzando il rapporto tra gli addetti provinciali e nazionali.
PROXY	Numero addetti settore industriale.
Fonte	Addetti terziario ricavati da 8° Censimento dell'Industria e dei servizi [ISTAT 2001].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.9 Macrosettore 09: Trattamento e smaltimento rifiuti

3.9.1 Settore 9.2: Incenerimento rifiuti

09.02.02	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
INDICATORE	Quantità incenerita (t)
Fonte	Dati forniti dalle singole ditte.
METODOLOGIA	Modulo Puntuali. Molti dati emissivi sono derivati dai certificati analitici (principali macro inquinanti e molti micro inquinanti). E' presente una ditta Marangoni Gomme srl, vedi Allegato 8.2.

3.9.2 Settore 9.4: Interramento di rifiuti solidi

09.04.01	Discarica controllata di rifiuti
09.04.04	Discarica controllata di rifiuti non attiva
INDICATORE	Quantità depositata (t rifiuti).
Fonte	Dati APPA, comunicazione personale.
METODOLOGIA	Modulo Discariche.

09.04.05	Gruppi elettrogeni di discariche RSU biogas
09.04.06	Torce in discariche RSU biogas
INDICATORE	Quantità biogas bruciato (1000 m ³).
Fonte	Dati APPA, comunicazione personale.
METODOLOGIA	Modulo Discariche.

Maggiori dettagli ed approfondimenti sui dati utilizzati per il Modulo Discariche sono presentati nell'Allegato 8.6.

3.9.3 Settore 9.10: Altri trattamenti di rifiuti

09.10.02	Trattamento acque reflue nel settore residenziale e commerciale
INDICATORE	Abitanti equivalenti (AE)
Fonte	Dati ADEP (Agenzia per la depurazione P.A.T.).
PROXY	A.E. per depuratori reflui urbani suddivisi per comune
Fonte	Dati ADEP (Agenzia per la depurazione P.A.T.).
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Sono considerati tutti gli impianti (anche quelli con A.E. minori di 10.000).

09.10.05	Compostaggio
INDICATORE	Quantità prodotta.
Fonte	Dati APPA, comunicazione personale.
PROXY	Quantità compost prodotta in ogni comune.
Fonte	Dati APPA, comunicazione personale.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.10 Macrosettore 10: Agricoltura

3.10.1 Settore 10.01 - Coltivazioni con fertilizzanti

In questo settore sono presenti attività con emissioni stimate da due diversi moduli di calcolo: Modulo Agricoltura e Modulo Biogeniche; il primo modulo permette di calcolare il contributo di inquinanti derivanti dall'azoto presente nei concimi; il secondo modulo calcola le emissioni di COV (isoprene, monoterpeni ed altri). Di seguito i dati delle attività sono presentati separatamente per i due moduli.

10.01.01	Coltivazioni permanenti
10.01.02	Terreni arabili
10.01.04	Vivai
10.01.05	Foraggere
INDICATORE	Quantità di fertilizzante applicata (t).
Fonte	ISTAT - Fertilizzante venduto - Anno 2010, [ISTAT FERT 2010].
PROXY	SAU Superficie Agricola Utilizzata.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Agricoltura.

Maggiori dettagli sui dati utilizzati per il Modulo Agricoltura sono presentati nell'Allegato 8.3.

10.01.01	Coltivazioni permanenti
10.01.05	Foraggere
INDICATORE	Superficie copertura agricola.
Fonte	Corine Land Cover 2006 [EEA-CLC 2006].
METODOLOGIA	Modulo Biogeniche.

Maggiori dettagli sui dati utilizzati per il Modulo Biogeniche sono presentati nell'Allegato 8.5.

3.10.2 Settore 10.02: Coltivazioni senza fertilizzanti

10.02.05	Foraggere
INDICATORE	Superficie foraggere [ha].
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
PROXY	SAU Superficie Agricola Utilizzata per comune.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.10.3 Settore 10.04: Fermentazione enterica

10.04.01	Vacche da latte
10.04.02	Altri bovini
10.04.03	Ovini
10.04.04	Maiali da ingrasso
10.04.05	Cavalli
10.04.06	Asini e muli
10.04.07	Capre
10.04.12	Scrofe
10.04.14	Bufalini
10.04.16	Conigli
INDICATORE	Consistenza Bestiame (n° capi).
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
PROXY	Consistenza bestiame per comune.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.10.4 Settore 10.05: Gestione reflui riferita ai composti organici

10.05.01	Vacche da latte
10.05.02	Altri bovini
10.05.03	Maiali da ingrasso
10.05.04	Scrofe
10.05.05	Ovini
10.05.06	Cavalli
10.05.07	Galline Ovaiole
10.05.08	Pollastri
10.05.12	Asini e muli
10.05.14	Bufalini
10.05.16	Conigli
INDICATORE	Consistenza Bestiame (n° capi).
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
PROXY	Consistenza bestiame per comune.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.10.5 Settore 10.09: Gestione reflui riferita ai composti azotati

10.09.01	Vacche da latte
10.09.02	Altri bovini
10.09.03	Maiali da ingrasso
10.09.04	Scrofe
10.09.05	Ovini
10.09.06	Cavalli
10.09.07	Galline Ovaiole
10.09.08	Pollastri
10.09.09	Altri avicoli: anatre e oche
10.09.12	Asini e muli
10.09.16	Conigli
INDICATORE	Consistenza Bestiame (n° capi).
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
PROXY	Consistenza bestiame per comune.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.10.6 Settore 10.10: Emissioni di particolato dagli allevamenti

10.10.01	Vacche da latte
10.10.02	Altri bovini
10.10.03	Maiali da ingrasso
10.10.04	Scrofe
10.10.07	Galline Ovaiole
10.10.08	Pollastri
10.10.09	Altri avicoli: anatre e oche
10.10.14	Bufalini
INDICATORE	Consistenza Bestiame (n° capi).
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
PROXY	Consistenza bestiame per comune.
Fonte	ISTAT Censimento Agricoltura 2010 [ISTAT AGRI 2010].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.11 Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti

3.11.1 Settore 11.03: Incendi di foreste e altra vegetazione

11.03.01	Incendi dolosi
INDICATORE	Superficie boschiva incendiata [ha]
Fonte	Ufficio Foreste e Fauna P.A.T. - Catasto incendi, comunicazione personale.
PROXY	Superficie boschiva incendiata per comune.
Fonte	Ufficio Foreste e Fauna P.A.T. - Catasto incendi, comunicazione personale.
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.11.2 Settore 11.06: Acque

11.06.01	Laghi
INDICATORE	Superficie lacuale [ha]
Fonte	SIAT - <i>shapefile</i> IDRLAG [SIAT 2013].
PROXY	Superficie lacuale per comune.
Fonte	SIAT - <i>shapefile</i> IDRLAG [SIAT 2013].
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

3.11.3 Settore 11.11: Foreste decidue gestite

11.11.04	Farnia (<i>Quercus robur</i>)
11.11.05	Boschi di querce sessili (<i>Quercus petraea</i>)
11.11.06	Altre querce decidue
11.11.07	Leccio (<i>Quercus ilex</i>)
11.11.15	Altre decidue a foglia larga
INDICATORE	Superficie coperta da foreste.
Fonte	Corine Land Cover 2006 [EEA-CLC 2006].
METODOLOGIA	Modulo Biogeniche.

Maggiori dettagli sui dati utilizzati per il Modulo Biogeniche sono presentati nell'Allegato 8.5.

3.11.4 Settore 11.12: Foreste gestite di conifere

11.12.04	Abete rosso norvegese (<i>Picea abies</i>)
11.12.07	Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)
11.12.10	Altri pini
11.12.11	Abete bianco (<i>Abies alba</i>)
11.12.12	Larice
INDICATORE	Superficie coperta da foreste.
Fonte	Corine Land Cover 2006 [EEA-CLC 2006].
METODOLOGIA	Modulo Biogeniche.

Maggiori dettagli sui dati utilizzati per il Modulo Biogeniche sono presentati nell'Allegato 8.5.

3.11.5 Settore 11.25: Altro

11.25.01	Combustione da tabacco (sigarette e sigari)
INDICATORE	Tabacco incenerito [t]
Fonte	Istituto Superiore di Sanità [Rossi et al. 2009]
PROXY	Residenti per comune
Fonte	ISTAT [ISTAT 2012]
METODOLOGIA	Modulo Diffuse.

11.25.02	Fuochi d'artificio
INDICATORE	Popolazione [n° abitanti]
Fonte	ISTAT [ISTAT 2012]
PROXY	Residenti per comune
Fonte	ISTAT [ISTAT 2012]
METODOLOGIA	Modulo Diffuse. Ad ogni residente viene attribuita un'emissione annua di polveri legata all'impiego di fuochi di artificio

3.11.6 Settore 11.31: Foreste - assorbimenti

Gli assorbimenti di anidride carbonica delle attività presentate nelle schede in seguito sono calcolate tramite il Modulo Foreste, presentato nel Paragrafo 2.8.

11.31.01	Biomassa Viva
11.31.02	Massa organica morta
11.31.03	Suolo
INDICATORE	Superficie coperta da foreste [ha]
Fonte	Cartografia della tipologia reale e potenziale [SFF 2005], INFC [INFC 2010].
METODOLOGIA	Modulo Foreste.

Maggiori dettagli sui dati utilizzati per il Modulo Foreste sono presentati nell'Allegato 8.7.

4 Risultati inventario delle emissioni 2010

Si presentano i risultati dell'inventario INEMAR6 2010, riportando le emissioni dei macroinquinanti e dei microinquinanti principali. Le emissioni vengono suddivise per Macrosettore, combustibile e modulo di calcolo; vengono quindi rappresentate sotto forma di tabella riportando i valori assoluti emessi e sotto forma di rappresentazione grafica, per raffigurare le emissioni percentuali di ciascun inquinante.

4.1 Analisi risultati per Macrosettore

4.1.1 Analisi dei macroinquinanti per Macrosettore

I risultati relativi all'inventario delle emissioni dell'anno 2010 per i macroinquinanti suddivisi per Macrosettori sono riportati in Tabella 10 ed in Figura 13.

La *produzione di energia e trasformazione di combustibili* (Macrosettore 01) appare poco rilevante nel contesto provinciale, dove causa poco più del 4% delle emissioni di NO_x e del 3% di quelle di CO₂.

Alla *combustione non industriale* (Macrosettore 02) sono imputabili il 66% delle emissioni di CO, il 28% di CO₂¹³, il 76% di PM10 ed il 31% di SO₂.

La *combustione nell'industria* (Macrosettore 03) causa il 26% del totale delle emissioni di CO₂, il 16% delle emissioni di NO_x e il 51% del totale di SO₂.

Al Macrosettore 04 - *Processi produttivi* sono imputabili contributi nelle emissioni di CO₂ (5% del totale), di PM10 (3% del totale) e, soprattutto, di SO₂ (12% del totale).

Un discorso a parte può essere fatto per i Macrosettori 05 - *Estrazione e distribuzione di combustibili* e 09 - *Trattamento e smaltimento rifiuti* il cui contributo si evidenzia solo per l'inquinante CH₄ rispettivamente per il 32% e per il 30% ed infine il Macrosettore 06 - *Uso di solventi* è rilevate solo per COV per una emissione del 4%.

¹³ Si osservi che la CO₂ emessa dalla combustione della legna non viene computata, in quanto fonte energetica rinnovabile, come specificato nel Paragrafo 1.2.

Alle emissioni mobili (Macrosettore 07 - *Trasporto su strada*) sono imputabili il 55% del totale delle emissioni di NO_x, il 27% del totale di CO, il 34% del totale di CO₂ e il 14% di PM10.

Le emissioni derivanti da *Agricoltura* (Macrosettore 10) costituiscono la principale causa delle emissioni di NH₃ (94% rispetto al totale del macroinquinante), N₂O (60% sul totale) e una rilevante quota di emissioni di CH₄ (27% sul totale). Le emissioni causate dal Macrosettore 11 - *altro sorgenti e assorbimenti* influiscono per l'80% delle emissioni complessive di COV.

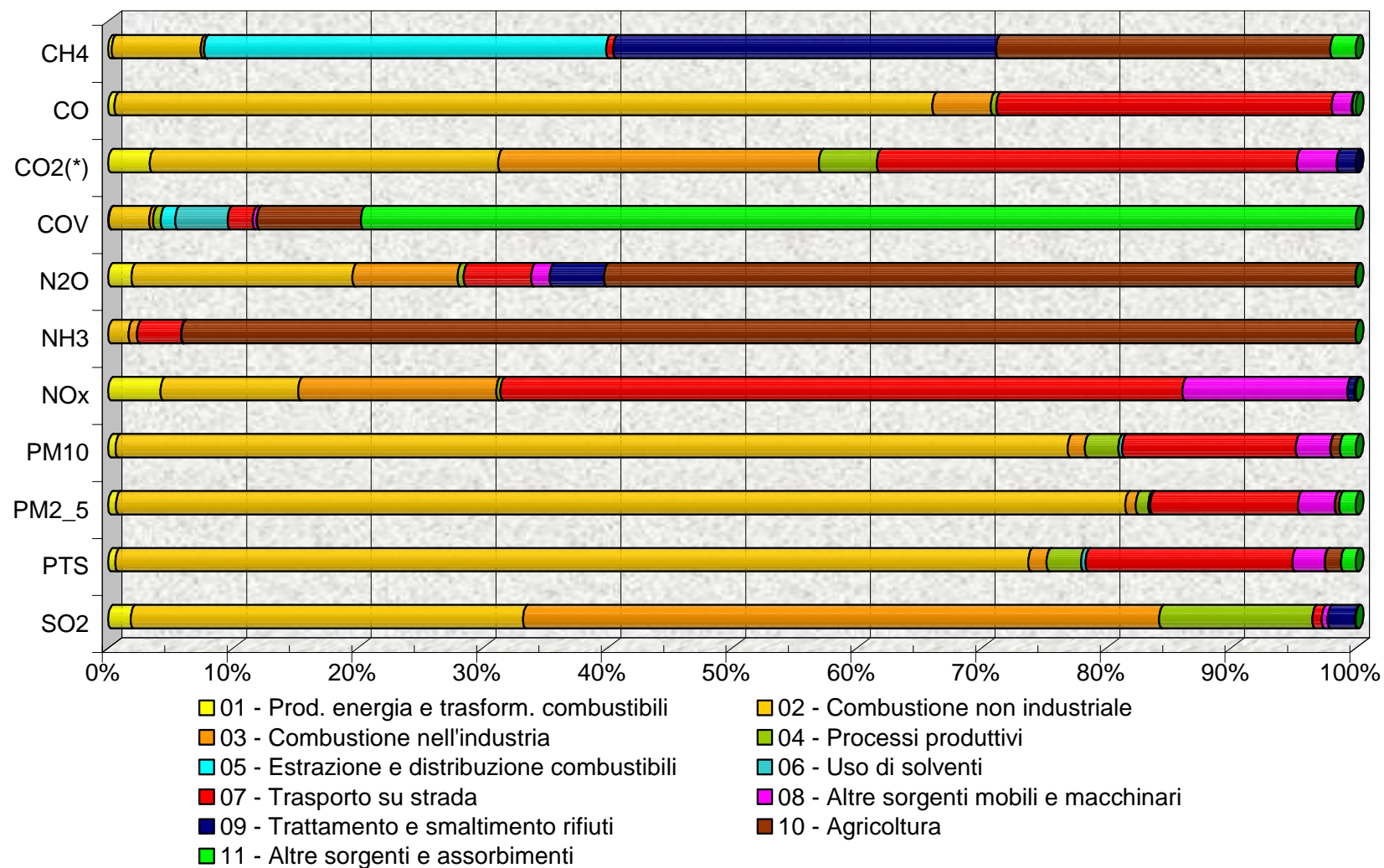
Per quanto riguarda gli inquinanti di maggior interesse ambientale, si nota come le emissioni di PM10 dipendano prevalentemente dalla combustione non industriale (76%) e, in misura minore, dal traffico stradale (14%), così come, a ruoli invertiti, le emissioni di NO_x (16% dalla combustione non industriale e 55% dal trasporto su strada). Le emissioni di CO₂ dipendono per il 34% dal traffico stradale, per il 28% dal riscaldamento terziario e residenziale e per il 26% dalla combustione industriale. Le emissioni di CO dipendono invece per il 66% dalla combustione non industriale e per il 27% dal trasporto su strada.

Per quanto riguarda la CO₂ non si sono considerati nelle rappresentazioni seguenti i dati di assorbimento calcolati tramite il Modulo Foreste, poiché tali valori essendo negativi non sono adeguati ad essere trattati in termini di percentuali.

Tabella 10 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per Macrosettore

Macroinquinanti 2010	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2,5	PTS	SO ₂
	t	t	kt	t	t	t	t	t	t	t	t
01 - Prod. energia e trasform. combustibili	50.99	129.45	109.13	17.01	7.73	0.00	370.31	12.85	12,48	13,33	16.05
02 - Combustione non industriale	1.276,42	16.913,22	913,22	1.250,48	73,45	37,99	971,89	1.663,97	1.617,92	1.722,75	280,55
03 - Combustione nell'industria	43.10	1,206.54	840.92	123.56	34.98	16.03	1,401.83	29.88	16,69	34,68	454.75
04 - Processi produttivi	4.07	114.64	151.78	232.50	2.03		29.16	58.48	20,27	64,59	109.40
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	5,767.87			446.82							
06 - Uso di solventi				1,630.46		0.04	0.04	6.46	3,16	8,90	0.01
07 - Trasporto su strada	99.60	6,929.99	1,101.09	775.57	22.44	82.25	4,820.73	303.63	236,45	390,17	6.83
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	2.07	414.74	104.43	125.04	6.17	0.26	1,164.97	60.53	59,19	60,53	4.15
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	5,490.50	18.46	50.08	3.62	18.05	0.36	50.19	0.36	0,28	0,52	19.45
10 - Agricoltura	4,793.00			3,209.59	249.81	2,197.42	7.20	16.30	6,85	30,22	
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	364.00	66.70	(-1,978.85)	30,741.49	0.08	0.22	2.81	27.43	26,38	28,05	0.58
Totale	17.891,61	25.793,75	3.270,65	38.547,52	414,75	2.334,58	8.819,13	2.179,89	1.999,68	2.353,76	891,78

Macroinquinanti 2010	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2_5	PTS	SO ₂
01 - Prod. energia e trasform. combustibili	0,3%	0,5%	3,3%	0,0%	1,9%		4,2%	0,6%	0,6%	0,6%	1,8%
02 - Combustione non industriale	7,1%	65,6%	27,9%	3,2%	17,7%	1,6%	11,0%	76,3%	80,9%	73,2%	31,5%
03 - Combustione nell'industria	0,2%	4,7%	25,7%	0,3%	8,4%	0,7%	15,9%	1,4%	0,8%	1,5%	51,0%
04 - Processi produttivi	0,0%	0,4%	4,6%	0,6%	0,5%		0,3%	2,7%	1,0%	2,7%	12,3%
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	32,2%			1,2%							
06 - Uso di solventi				4,2%		0,0%	0,0%	0,3%	0,2%	0,4%	0,0%
07 - Trasporto su strada	0,6%	26,9%	33,7%	2,0%	5,4%	3,5%	54,7%	13,9%	11,8%	16,6%	0,8%
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	0,0%	1,6%	3,2%	0,3%	1,5%	0,0%	13,2%	2,8%	3,0%	2,6%	0,5%
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	30,7%	0,1%	1,5%	0,0%	4,4%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%
10 - Agricoltura	26,8%			8,3%	60,2%	94,1%	0,1%	0,7%	0,3%	1,3%	
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	2,0%	0,3%	(-)	79,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	1,3%	1,2%	0,1%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 13 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per Macrosettore

4.1.2 Analisi dei microinquinanti per Macrosettore

I risultati relativi all'inventario delle emissioni dell'anno 2010 per i microinquinanti suddivisi per Macrosettori sono riportati in Tabella 11 ed in Figura 14.

Le emissioni legate a tre Macrosettori (*02 - combustione non industriale, 03 - combustione nell'industria, 04 - Processi produttivi*) risultano prevalenti per gran parte dei microinquinanti considerati; in particolare per As, diossine e Hg questi macrosettori incidono per più del 90%.

Le emissioni di As sono quasi totalmente dovute ai Macrosettori *03 - Combustione nell'industria* (48%), *04 - Processi produttivi* (34%) e *02 - Combustione non industriale* (16%). Analogamente le emissioni di cadmio risultano per l'88% attribuibili a questi tre Macrosettori.

Le emissioni di Cr sono ripartite per il 78% tra il Macrosettore *07 - Trasporto su strada* (29%) *03 - combustione nell'industria* (27%) e *02 - Combustione non industriale* (22%).

Le emissioni mobili sono la sorgente principale anche per Cu (72%) e per gli IPA (67%), sostanze per le quali incidono anche le emissioni del Macrosettore *02 - Combustione non industriale* (31%)

Le emissioni di diossine sono dovute per più del 60% al Macrosettore *02 - Combustione non industriale*, mentre le sorgenti prevalenti di mercurio appartengono per il 54% al Macrosettore *03 - Combustione nell'industria*.

Mn deriva solo dal Macrosettore *09 - Trattamento e smaltimento di rifiuti*, mentre per Ni oltre il 70% delle emissioni derivano dai Macrosettori *04 - Processi produttivi* (41%) e *02 - Combustione non industriale* (21%) e *07 - Trasporto su strada* (22%).

Pb viene emesso prevalentemente da attività associate ai Macrosettori *03 - Combustione nell'industria* (31%), *07 - Trasporto su strada* (28%) e *04 - Processi produttivi* (22%).

Per quanto riguarda le altre sostanze considerate, per Se prevalgono le emissioni associate ad attività appartenenti al Macrosettore *04 - Processi produttivi* (64%) e per Zn al Macrosettore *02 - Combustione non industriale* (53%).

Tabella 11 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per Macrosettore

Microinquinanti 2010	As	Cd	Cr	Cu	DIOX	Hg	IPA	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
	kg	kg	kg	kg	mg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
01 - Prod. energia e trasform. combustibili	0,93	1,84	4,60	3,15	27,89	0,78	0,83		3,44	13,77	0,37	88,39
02 - Combustione non industriale	8,64	15,26	12,83	46,32	575,67	3,70	2.243,40		23,32	171,07	0,21	875,62
03 - Combustione nell'industria	26,28	18,24	16,02	25,01	183,86	29,45	6,03		9,89	319,00	1,84	111,90
04 - Processi produttivi	18,44	8,77	5,51	92,62	139,59	19,62	0,04		44,71	222,00	14,18	195,45
06 - Uso di solventi			1,10									
07 - Trasporto su strada		3,42	17,08	580,71			4.804,49		23,91	287,75	3,42	341,60
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari		0,32	1,58	53,55			104,27		2,21	1,01	0,33	31,46
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	0,28	0,28	0,43	0,64	9,30	1,04	1,10	4,68	1,20	0,11	1,83	12,29
11 - Altre sorgenti e assorbimenti						0,59						
Totale	54,58	48,11	59,15	802,01	936,90	54,60	7.160,15	4,68	108,68	1.014,71	22,18	1.656,70

Microinquinanti 2010	As	Cd	Cr	Cu	DIOX	Hg	IPA	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
01 - Prod. energia e trasform. combustibili	2%	4%	8%	0%	3%	1%	0%		3%	1%	2%	5%
02 - Combustione non industriale	16%	32%	22%	6%	61%	7%	31%		21%	17%	1%	53%
03 - Combustione nell'industria	48%	38%	27%	3%	20%	54%	0%		9%	31%	8%	7%
04 - Processi produttivi	34%	18%	9%	12%	15%	36%	0%		41%	22%	64%	12%
06 - Uso di solventi			2%									
07 - Trasporto su strada		7%	29%	72%			67%		22%	28%	15%	21%
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari		1%	3%	7%			1%		2%	0%	1%	2%
09 - Trattamento e smaltimento rifiuti	1%	1%	1%	0%	1%	2%	0%	100%	1%	0%	8%	1%
11 - Altre sorgenti e assorbimenti					0%							
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

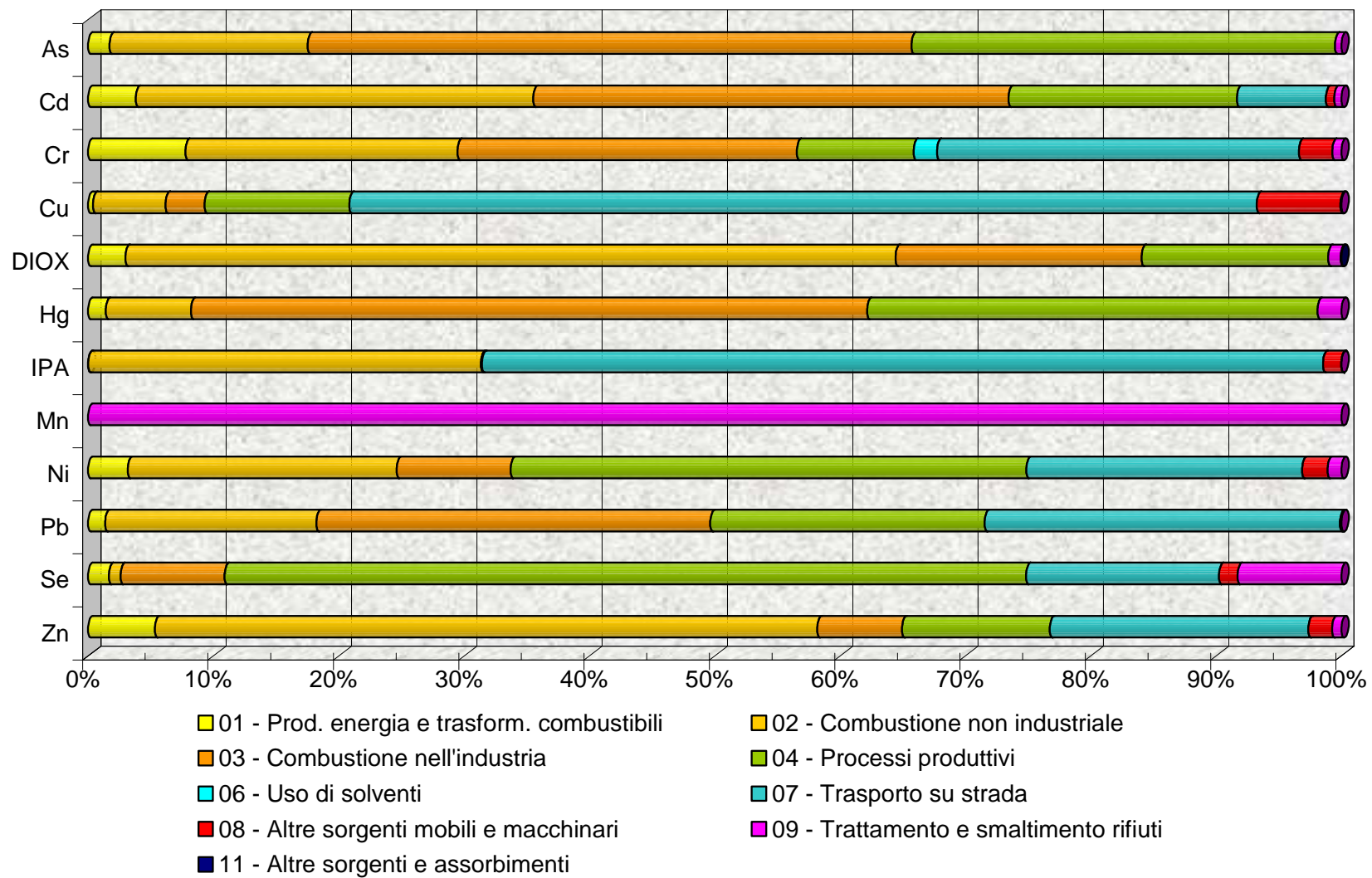


Figura 14 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per Macrosettore

4.2 Analisi risultati per combustibili

4.2.1 Analisi dei macroinquinanti per combustibili

I risultati relativi all'inventario delle emissioni dell'anno 2010 per i macroinquinanti suddivisi per combustibili sono riportati in Tabella 12 ed in Figura 15.

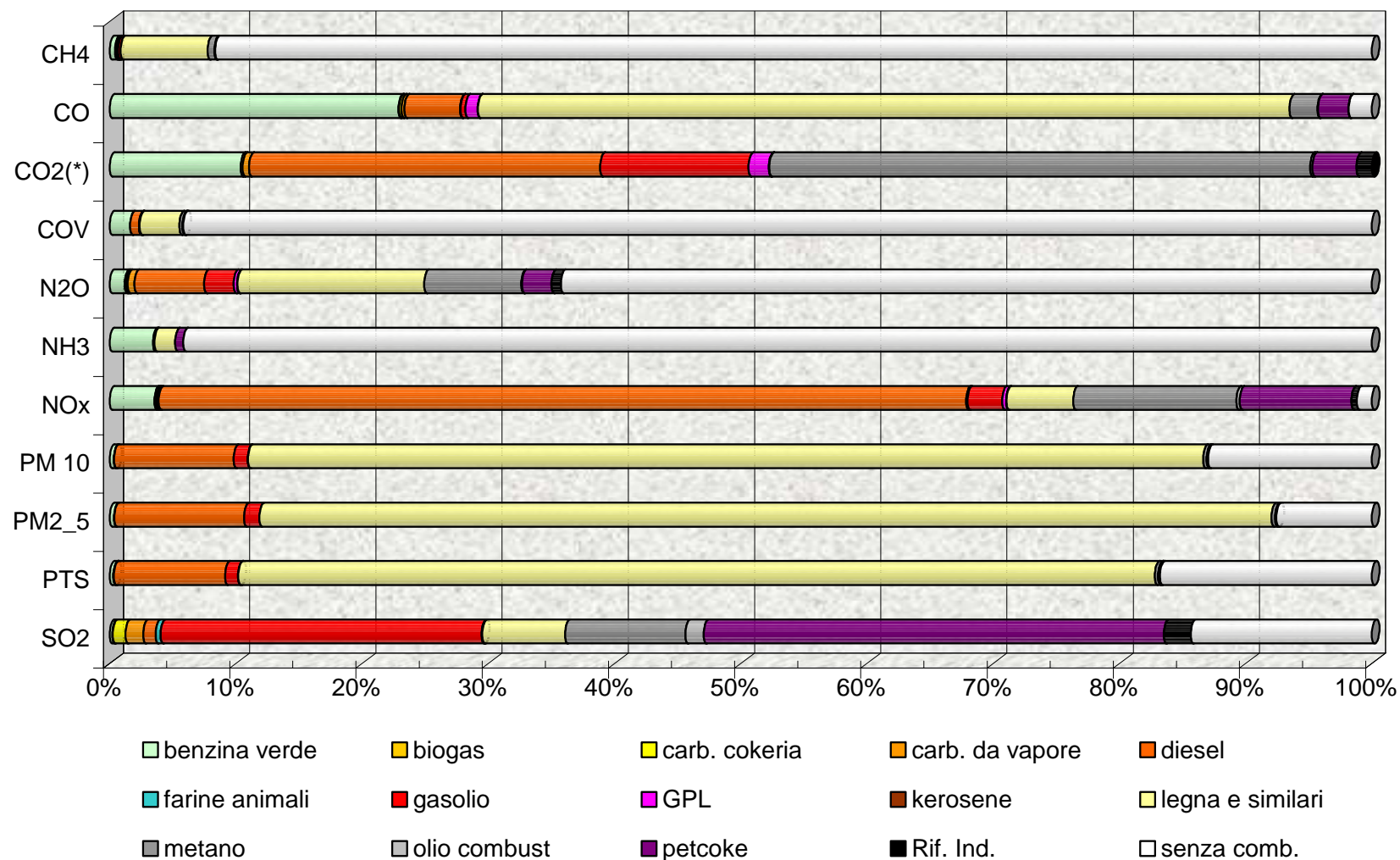
La legna è un combustibile che genera molte emissioni, in particolare è responsabile del 64% delle emissioni di CO, del 76% delle emissioni di PM10. Anche i combustibili utilizzati per i mezzi da strada sono molto rilevanti: dalla combustione del diesel si hanno 64% del totale di NO_x ed il 28% CO₂; mentre i principali contributi della benzina verde si hanno nel 23% di CO ed il 10% di CO₂. Il CH₄, evidenzia il suo contributo soprattutto in termini di CO₂ (43%), mentre il gasolio contribuisce per il 25% alle emissioni di SO₂, inquinante emesso prevalentemente in provincia dalle combustioni di petcoke.

Infine gli inquinanti CH₄, COV, N₂O e NH₃ derivano soprattutto da attività senza combustibile.

Tabella 12 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per combustibile

Macroinquinanti 2010	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2,5	PTS	SO ₂
	t	t	kt	t	t	t	t	t	t	t	t
benzina verde	76,13	5.904,18	315,76	625,49	5,03	80,49	313,95	7,17	7,17	7,17	1,99
biogas	22,71	13,94		2,35	0,48		11,75	0,20	0,20	0,20	0,31
carb. cokeria	0,06	49,29	4,79	0,84	0,47		6,15	0,13	0,05	0,15	8,90
carb. da vapore	2,42	59,23	15,52	1,35	2,26	0,08	11,71	0,12	0,12	0,25	12,57
diesel	20,15	1.139,85	845,98	268,74	22,89	2,02	5.642,44	206,87	205,53	207,74	8,82
farine animali	0,20	7,83		0,20		0,55	8,65	0,00	0,00	0,00	3,50
gasolio	33,79	97,50	357,62	14,59	9,69		243,10	24,26	24,26	24,26	226,80
GPL	0,75	251,77	48,57	4,74	1,10		27,10	0,05	0,05	0,05	0,06
kerosene	0,09	3,40	1,34	1,51	0,19		2,16	0,17	0,16	0,17	0,44
legna e similari	1.235,02	16.588,24		1.212,58	61,32	38,38	465,93	1.649,87	1.603,36	1.709,35	58,47
metano	94,20	570,84	1.303,00	95,76	31,89		1.141,05	6,05	5,78	6,35	85,00
olio combust	0,21	7,19	5,26	0,25	0,19	0,08	23,36	0,35	0,33	0,36	12,87
petcoke	9,17	622,74	106,33	17,19	9,74	14,70	779,89	1,94	1,29	2,59	325,05
Rif. Ind.		4,52	36,70	1,27	3,06		38,44	0,16	0,08	0,32	19,13
senza comb.	16.396,73	473,23	(-1.749,08)	36.300,67	266,44	2.198,28	103,43	282,55	151,28	394,79	127,85
Totale	17.891,61	25.793,75	3.040,87	38.547,52	414,75	2.334,58	8.819,13	2.179,89	1.999,68	2.353,76	891,78

Macroinquinanti 2010	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2,5	PTS	SO ₂
benzina verde	0%	23%	10%	2%	1%	3%	4%	0%	0%	0%	0%
biogas	0%	0%		0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%
carb. cokeria	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	1%
carb. da vapore	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
diesel	0%	4%	28%	1%	6%	0%	64%	9%	10%	9%	1%
farine animali	0%	0%		0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%
gasolio	0%	0%	12%	0%	2%		3%	1%	1%	1%	25%
GPL	0%	1%	2%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%
kerosene	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%
legna e similari	7%	64%		3%	15%	2%	5%	76%	80%	73%	7%
metano	1%	2%	43%	0%	8%		13%	0%	0%	0%	10%
olio combust	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
petcoke	0%	2%	3%	0%	2%	1%	9%	0%	0%	0%	36%
Rif. Ind.		0%	1%	0%	1%		0%	0%	0%	0%	2%
senza comb.	92%	2%		94%	64%	94%	1%	13%	8%	17%	14%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 15 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per tipo di combustibile

4.2.2 Analisi dei microinquinanti per combustibili

I risultati relativi all'inventario delle emissioni dell'anno 2010 per i microinquinanti suddivisi per combustibili sono riportati in Tabella 13 ed in Figura 16.

Anche per i microinquinanti il combustibile legna e similari genera emissioni rilevanti, in particolare il 57% di diossine, il 31% di IPA, il 29% di Pb e il 48% di Zn. Anche i combustibili per autotrasporto generano contributi rilevanti: la benzina verde il 21% di Cu e il 28% di Pb; mentre il diesel il 58% di Cu, il 54% di IPA. Il gasolio contribuisce per poco oltre l'11% di As e Cd. Il metano contribuisce ad oltre il 40% sia di As che di Cd e per il 35% di Hg.

Da attività senza combustibili derivano infine gran parte della s (34%), Hg (36%) e soprattutto Ni (41%) e Se (64%).

Tabella 13 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per combustibile

Microinquinanti 2010	As	Cd	Cr	Cu	DIOX	Hg	IPA	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
	kg	kg	kg	kg	mg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
benzina verde		0,99	4,96	168,80			1.159,59		6,95	287,75	0,99	99,29
biogas					8,93	0,03						
carb. cokeria	0,10	0,03	0,18	0,07		0,15			0,11	0,25		
carb. da vapore	0,04	0,04	0,88	0,19	61,81	10,53	0,02		0,04	0,07	0,02	13,59
diesel		2,74	13,69	465,47			3.739,66		19,17	1,00	2,75	273,76
farine animali	0,02	0,01	0,04	0,02		0,04			0,06	0,13		
gasolio	5,83	5,82	2,44	5,82	48,43	0,17			5,82	22,80	0,17	11,16
GPL	0,03	0,03	0,18	0,11	2,70	0,06	7,97		0,27	0,27	0,00	3,67
legna e similari	3,94	8,65	13,71	49,35	537,52	1,97	2.250,15		9,47	290,72	0,33	795,98
metano	24,80	20,12	13,58	18,12	105,32	19,21	1,62		17,32	184,39	1,85	251,48
olio combust	0,04	0,03	0,05	0,06	0,47	0,04	0,00		0,41	1,16	0,05	0,02
petcoke	1,06	0,60	2,41	0,74		1,75			3,14	4,07		
Rif. Ind.	0,28	0,28	0,43	0,64	0,37	1,02	1,10	4,68	1,20	0,11	1,83	12,29
senza comb.	18,44	8,77	6,61	92,62	171,35	19,62	0,04		44,71	222,00	14,18	195,45
Totale	54,58	48,11	59,15	802,01	936,90	54,60	7.160,15	4,68	108,68	1.014,71	22,18	1.656,70

Microinquinanti 2010	As	Cd	Cr	Cu	DIOX	Hg	IPA	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
benzina verde		2%	8%	21%			16%		6%	28%	4%	6%
biogas					1%	0%						
carb. cokeria	0%	0%	0%	0%		0%			0%	0%		
carb. da vapore	0%	0%	1%	0%	7%	19%	0%		0%	0%	0%	1%
diesel		6%	23%	58%			52%		18%	0%	12%	17%
farine animali	0%	0%	0%	0%		0%			0%	0%		
gasolio	11%	12%	4%	1%	5%	0%			5%	2%	1%	1%
GPL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%
legna e similari	7%	18%	23%	6%	57%	4%	31%		9%	29%	1%	48%
metano	45%	42%	23%	2%	11%	35%	0%		16%	18%	8%	15%
olio combust	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%
petcoke	2%	1%	4%	0%		3%			3%	0%		
Rif. Ind.	1%	1%	1%	0%	0%	2%	0%	100%	1%	0%	8%	1%
senza comb.	34%	18%	11%	12%	18%	36%	0%		41%	22%	64%	12%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

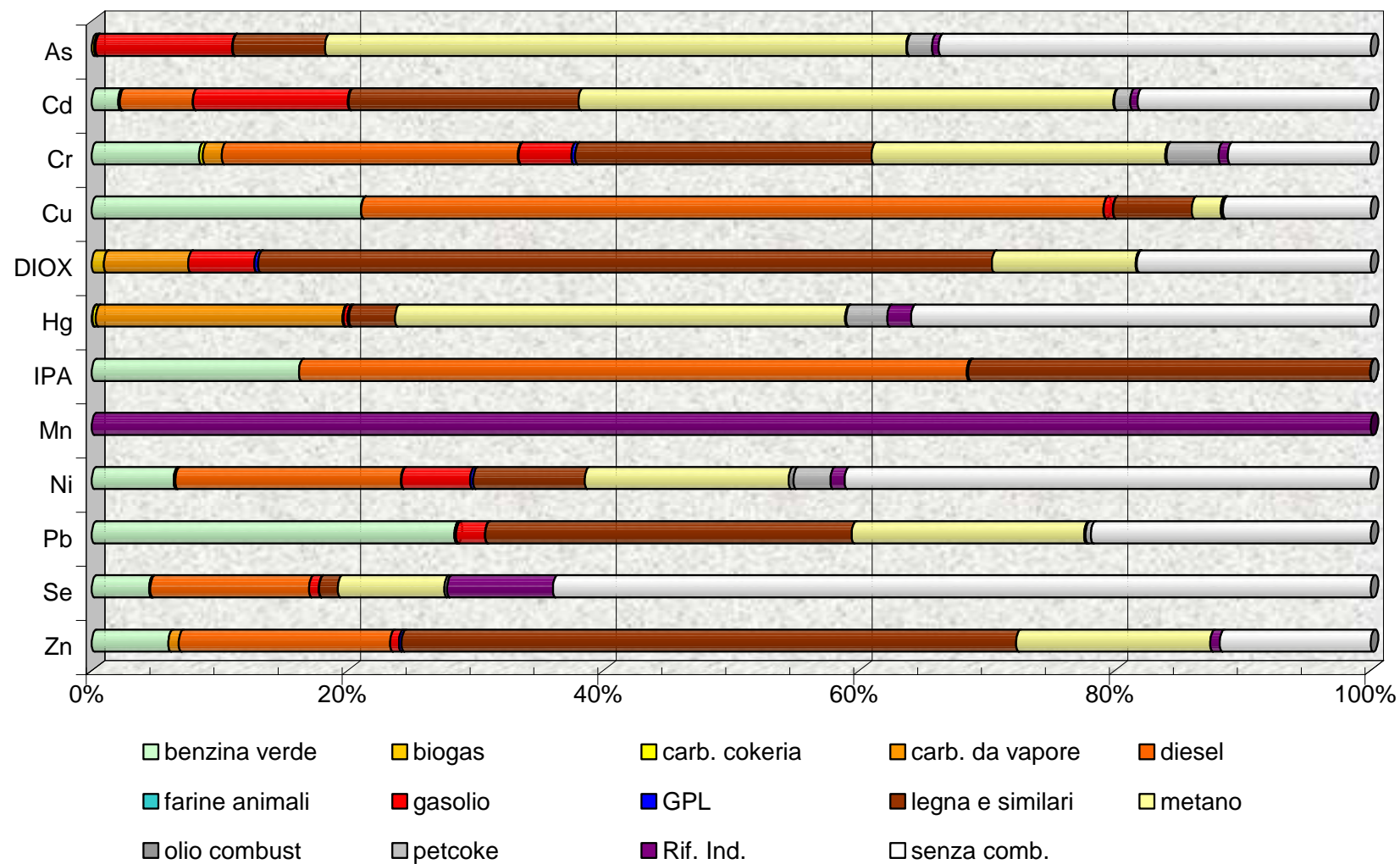


Figura 16 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per tipo di combustibile - Anno 2010

4.3 Analisi risultati per Modulo di calcolo

4.3.1 Analisi dei macroinquinanti per Modulo di calcolo

I risultati relativi all'inventario delle emissioni dell'anno 2010 per i macroinquinanti suddivisi per moduli di calcolo sono riportati in Tabella 14 ed in Figura 17.

Dal Modulo Diffuse derivano la maggior parte delle emissioni di molti macroinquinanti, in particolare è responsabile di oltre il 90% delle emissioni di CH₄ e NH₃, prevalentemente dovute ad attività agricole, e del 78% delle emissioni di N₂O. Il Modulo Diffuse contribuisce significativamente anche per CO e PM10 (67% e 83%) per gli stessi inoltre le emissioni derivano rispettivamente per 5% e 3% dal Modulo Puntuali e per 27% e 14% dai Moduli Traffico (Lineare + Diffuso).

Per gli inquinanti CO₂ ed NO_x il contributo principale deriva dal Modulo Traffico (34% e 55%) quindi dal Modulo Diffuse (38% e 28%) e Modulo Puntuali (Misurate + diffuse: 30% e 19%).

Per quanto riguarda la CO₂ non si sono considerati nelle rappresentazioni seguenti i dati di assorbimento calcolati tramite il Modulo Foreste, poiché tali valori essendo negativi non sono adeguati ad essere trattati in termini di percentuali. Si ricorda che la CO₂ totale assorbita per la provincia è di 1.979 kt.

Il Modulo Puntuali stima al 67% la quota di SO₂ mentre il 32% deriva dal Modulo Diffuse.

In generale il Modulo Aeroporti genera un contributo emissivo trascurabile mentre il Modulo Biogeniche è responsabile di 88% delle emissioni di COV.

Le emissioni del Modulo Agricoltura sono molto ridotte e generano contributi rilevabili solo per gli inquinanti N₂O e NH₃ (5% e 2%); si ricorda che questo modulo stima unicamente le emissioni associate all'uso di fertilizzanti, mentre le altre attività agricole (allevamenti, uso di mezzi ecc.) vengono computate nel modulo diffuse.

Per quanto riguarda infine il Modulo Discariche, questo incide in modo rilevante sulle emissioni di CH₄ (29%).

4.3.2 Analisi dei Microinquinanti per Modulo di calcolo

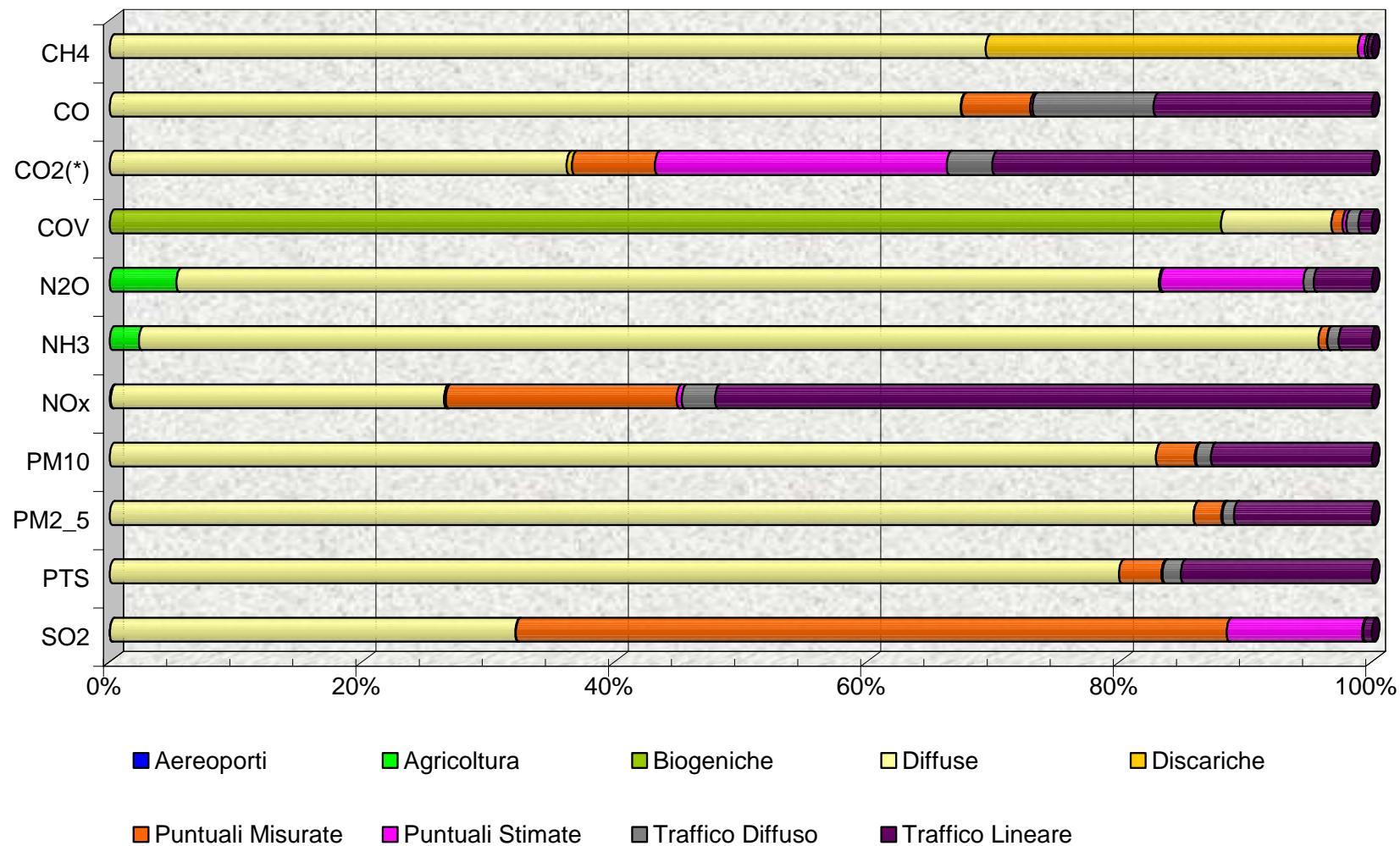
I risultati relativi all'inventario delle emissioni dell'anno 2010 per i microinquinanti suddivisi per moduli di calcolo sono riportati in Tabella 15 ed in Figura 18.

Le emissioni dei microinquinanti sono legate soprattutto ai Moduli Diffuse, Puntuali e Traffico. In particolare per le emissioni Puntuali si hanno contributi soprattutto dal modulo Puntuali Stimate, mentre le Puntuali Misurate sono significative solo per Mn, Cr e Hg.

Tabella 14 - Emissioni dei principali macroinquinanti suddivise per modulo di calcolo

Macroinquinanti 2010	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2,5	PTS	SO ₂
	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>kt</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>
Aeroporti		2,59	0,37	1,47			1,49	0,10	0,09	0,10	0,18
Agricoltura					22,00	54,25	7,20				
Biogeniche				33.943,40							
Diffuse	12.422,06	17.392,73	1.184,17	3.369,47	322,78	2.182,01	2.328,09	1.807,12	1.717,43	1.882,22	286,60
Discariche	5.272,66	13,94	13,38	2,35	0,48		11,75	0,20	0,20	0,20	0,31
Puntuali Misurate		1.403,83	215,41	337,56		15,61	1.614,43	66,93	43,60	79,14	502,24
Puntuali Stimate	97,30	50,66	756,24	117,71	47,05	0,46	35,44	1,91	1,90	1,92	95,61
Traffico Diffuso	38,41	2.473,34	117,87	368,43	3,39	20,99	232,50	26,16	18,17	34,28	0,69
Traffico Lineare	61,18	4.456,65	983,22	407,14	19,05	61,25	4.588,23	277,48	218,28	355,89	6,15
Totale	17.891,61	25.793,75	3.270,65	38.547,52	414,75	2.334,58	8.819,13	2.179,89	1.999,68	2.353,76	891,78

Macroinquinanti 2010	CH ₄	CO	CO ₂	COV	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM10	PM2,5	PTS	SO ₂
Aeroporti		0%	0%	0%			0%	0%	0%	0%	0%
Agricoltura					5%	2%	0%				
Biogeniche				88%							
Diffuse	69%	67%	36%	9%	78%	93%	26%	83%	86%	80%	32%
Discariche	29%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%
Puntuali Misurate		5%	7%	1%		1%	18%	3%	2%	3%	56%
Puntuali Stimate	1%	0%	23%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	11%
Traffico Diffuso	0%	10%	4%	1%	1%	1%	3%	1%	1%	1%	0%
Traffico Lineare	0%	17%	30%	1%	5%	3%	52%	13%	11%	15%	1%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 17 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali macroinquinanti per modulo di calcolo

Tabella 15 - Emissioni dei principali microinquinanti suddivise per modulo di calcolo

<i>Microinquinanti 2010</i>	As	Cd	Cr	Cu	DIOX	Hg	IPA	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>mg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
Diffuse	8,91	17,10	16,36	101,02	580,64	4,40	2.347,68		28,46	174,82	0,57	946,77
Discariche					8,93	0,03						
Puntuali Misurate	0,28	0,28	10,47	6,42	267,08	42,30	1,19	4,68	1,25	7,80		223,40
Puntuali Stimate	45,38	27,32	15,24	113,86	80,26	7,87	6,80		55,06	544,34	18,19	144,94
Traffico Diffuso		0,34	1,71	58,30			409,62		2,40	82,18	0,34	34,30
Traffico Lineare		3,07	15,36	522,41			4.394,87		21,51	205,58	3,07	307,30
Totale	54,58	48,11	59,15	802,01	936,90	54,60	7.160,15	4,68	108,68	1.014,71	22,18	1.656,70

<i>Microinquinanti 2010</i>	As	Cd	Cr	Cu	DIOX	Hg	IPA	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
Diffuse	16%	36%	28%	13%	62%	8%	33%	0%	26%	17%	3%	57%
Discariche	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Puntuali Misurate	1%	1%	18%	1%	29%	77%	0%	100%	1%	1%	0%	13%
Puntuali Stimate	83%	57%	26%	14%	9%	14%	0%	0%	51%	54%	82%	9%
Traffico Diffuso	0%	1%	3%	7%	0%	0%	6%	0%	2%	8%	2%	2%
Traffico Lineare	0%	6%	26%	65%	0%	0%	61%	0%	20%	20%	14%	19%
Totale	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

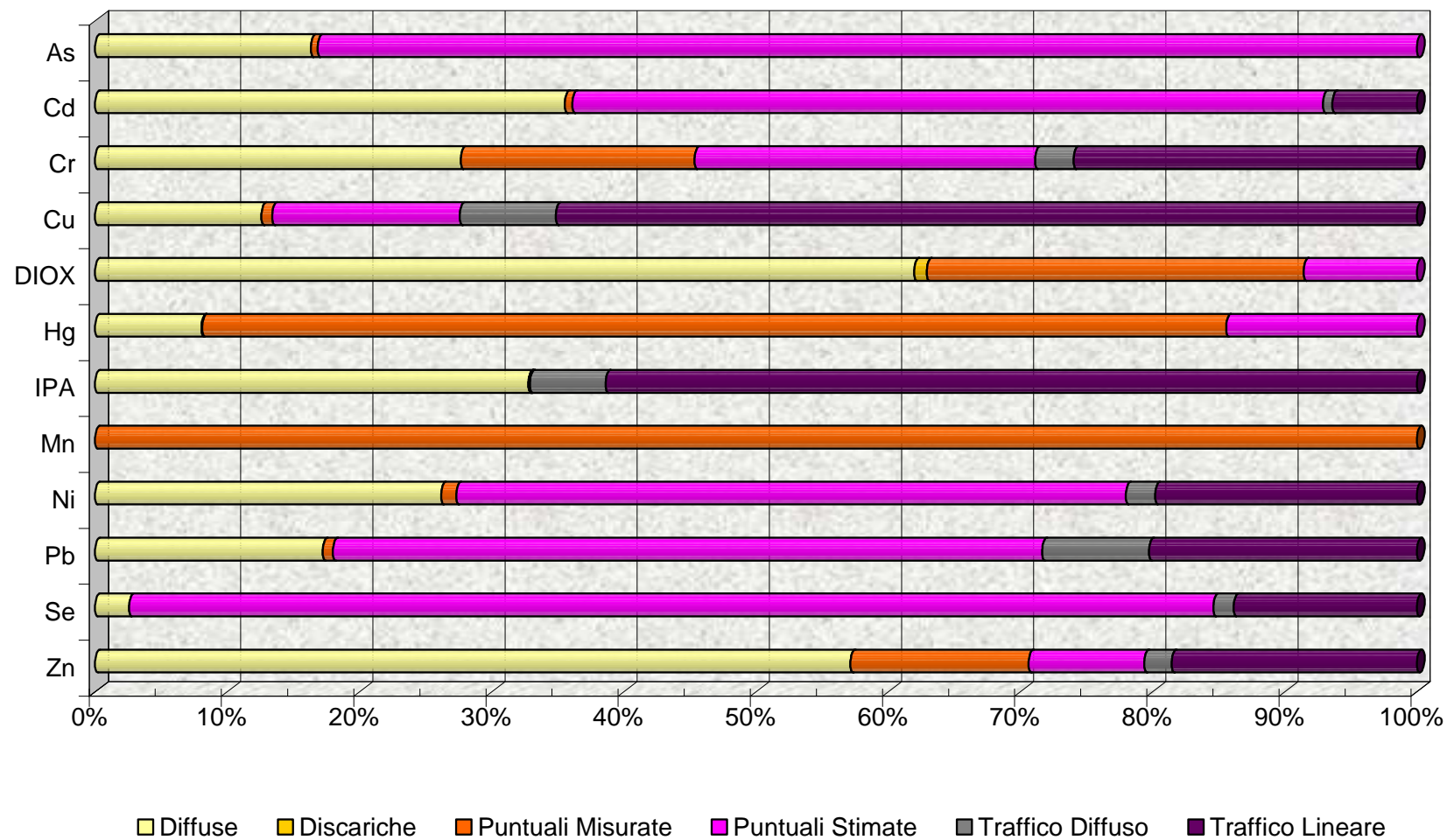


Figura 18 - Distribuzione percentuale delle emissioni dei principali microinquinanti per modulo di calcolo - Anno 2010

4.4 Analisi delle emissioni mobili

Da quanto visto nei paragrafi precedenti le emissioni associate al traffico appaiono una delle maggiori sorgenti, quando non la più rilevante, per alcuni dei principali inquinanti atmosferici; in particolare esse incidono per il 27% del CO, per il 34% della CO₂, per il 55% degli NO_x e per il 14% dei PM10 (Tabella 10).

In considerazione di questa rilevanza si ritiene di analizzare con maggior dettaglio i fattori che incidono sulle emissioni, in particolare come queste siano suddivise in base al tipo di veicoli, alla tipologia di guida, ai combustibili utilizzati e alla loro età.

Analisi per Attività

Dall'analisi delle emissioni suddivise per attività (Tabella 16 e Tabella 17) emerge il ruolo prevalente dell'autostrada, ove su una lunghezza pari a circa il 5% del totale del grafo transita più di un quinto delle percorrenze provinciali e viene emesso il 36% degli NO_x, soprattutto ad opera dei veicoli pesanti (32%)¹⁴.

Analisi per tipo di combustibile

Dal punto di vista del tipo di combustibile utilizzato la maggior parte delle percorrenze sono associate ai veicoli a gasolio (Tabella 18) che sono quindi responsabili della maggior parte delle emissioni di CO₂ e della quasi totalità delle emissioni di NO_x e PM10 allo scarico. Per quel che riguarda il settore (Tabella 19) le percorrenze maggiori sono attribuite alla autovetture diesel, che sono quindi all'origine delle maggiori emissioni di CO₂ e PM10 allo scarico mentre per quanto riguarda gli NO_x sono i veicoli appartenenti al *Settore 3 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus* all'origine di quasi il 60% delle emissioni.

Le emissioni di CO si comportano in modo differente da quelle appena analizzate, in quanto la maggiore quota (84%) è attribuita ai veicoli a benzina, con prevalenza dei motocicli (53%)

Analisi per età (normativa di riferimento)

Dal punto di vista dell'età dei veicoli (Tabella 20) quelli che effettuano percorrenze maggiori sono le autovetture Euro4 (43%) e ad esse sono associate il 33% delle emissioni di CO₂ ed il 29% delle emissioni di PM10. i veicoli pesanti Euro3, pur incidendo per il 4% delle percorrenze, sono responsabili dell'11% delle emissioni di CO₂, del 23% delle emissioni di NO_x e del 13% delle emissioni di PM10.

Per quel che riguarda il CO, più di un terzo delle emissioni (35%) sono associate ai Motocicli Euro0, veicoli cui è associato solo il 2% delle percorrenze. Questo risultato può sembrare eclatante, va comunque considerato come a partire dai primi anni '90, con l'avvento delle marmitte catalitiche, le emissioni di questa sostanza da parte dei veicoli si siano drasticamente ridotte al punto da non annoverare più il monossido di carbonio tra gli inquinanti critici, i motocicli si sono adeguati successivamente ed è quindi normale che in questo contesto gli Euro0 vengano ad assumere un peso rilevante sul totale del macrosettore.

¹⁴ Le percentuali riportate in questo paragrafo si riferiscono al totale delle emissioni del Macrosettore 07 - *Trasporto su strada*

Tabella 16 - Emissioni da Traffico suddivise per Settore ed Attività

SETTORE	ATTIVITÀ	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10
1 - Automobili	Autostrade	777,07	517,49	133,86	441,48	18,31	16%	7%	12%	9%	6%
	Strade extraurbane	2.565,63	775,11	410,34	1.024,34	40,38	54%	11%	37%	21%	13%
	Strade urbane	403,03	1.150,34	129,54	172,23	20,50	8%	17%	12%	4%	7%
	Autostrade - usura					11,40	0%	0%	0%	0%	4%
	Strade extraurbane - usura					63,77	0%	0%	0%	0%	21%
	Strade urbane - usura					11,39	0%	0%	0%	0%	4%
	TOTALE		3.745,73	2.442,94	673,74	1.638,05	165,76	78%	35%	61%	34%
2 - Veicoli leggeri < 3.5 t	Autostrade	42,68	39,50	13,11	50,72	4,89	1%	1%	1%	1%	2%
	Strade extraurbane	158,71	71,66	34,75	147,83	7,39	3%	1%	3%	3%	2%
	Strade urbane	40,92	130,11	15,07	47,53	5,46	1%	2%	1%	1%	2%
	Autostrade - usura					0,81	0%	0%	0%	0%	0%
	Strade extraurbane - usura					5,52	0%	0%	0%	0%	2%
	Strade urbane - usura					1,64	0%	0%	0%	0%	1%
	TOTALE		242,30	241,27	62,93	246,08	25,70	5%	3%	6%	5%
3 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	Autostrade	240,66	203,58	139,68	1.234,11	23,48	5%	3%	13%	26%	8%
	Strade extraurbane	205,14	271,54	177,58	1.556,15	26,27	4%	4%	16%	32%	9%
	Strade urbane	13,86	20,20	13,80	80,62	1,54	0%	0%	1%	2%	1%
	Autostrade - usura					21,89	0%	0%	0%	0%	7%
	Strade extraurbane - usura					27,78	0%	0%	0%	0%	9%
	Strade urbane - usura					2,01	0%	0%	0%	0%	1%
	TOTALE		459,67	495,31	331,06	2.870,88	102,97	10%	7%	30%	60%
4 - Ciclomotori (< 50 cm3)	Strade urbane	9,02	46,59	0,45	1,47	0,74	0%	1%	0%	0%	0%
	Strade urbane - usura					0,11	0%	0%	0%	0%	0%
	TOTALE		9,02	46,59	0,45	1,47	0,85	0%	1%	0%	0%
5 - Motocicli (> 50 cm3)	Autostrade	8,37	135,55	1,27	4,16	0,06	0%	2%	0%	0%	0%
	Strade extraurbane	161,75	1.829,49	17,05	36,29	1,55	3%	26%	2%	1%	1%
	Strade urbane	146,04	1.738,84	14,59	23,80	3,06	3%	25%	1%	0%	1%
	Autostrade - usura					0,05	0%	0%	0%	0%	0%
	Strade extraurbane - usura					1,77	0%	0%	0%	0%	1%
	Strade urbane - usura					1,86	0%	0%	0%	0%	1%
	TOTALE		316,17	3.703,88	32,90	64,25	8,35	7%	53%	3%	1%

Tabella 17 - Emissioni da Traffico suddivise per Attività

ATTIVITÀ	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10
Autostrade	1.068,79	896,11	287,91	1.730,48	46,74	22%	13%	26%	36%	15%
Strade extraurbane	3.091,24	2.947,80	639,72	2.764,60	75,60	65%	43%	58%	57%	25%
Strade urbane	612,87	3.086,08	173,45	325,64	31,29	13%	45%	16%	7%	10%
Autostrade - usura	-	-	-	-	34,26					
Strade extraurbane - usura	-	-	-	-	93,32	0%	0%	0%	0%	31%
Strade urbane - usura	-	-	-	-	17,02	0%	0%	0%	0%	6%
TOTALE COMPLESSIVO	4.772,90	6.929,99	1.101,09	4.820,73	298,23	100%	100%	100%	100%	87%

Tabella 18 - Emissioni da Traffico suddivise per tipo di combustibile

COMBUSTIBILE	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10
benzina verde	1.791,75	5.854,76	315,53	313,60	7,04	38%	84%	29%	7%	2%
diesel	2.755,23	777,12	742,13	4.479,31	146,57	58%	11%	67%	93%	48%
GPL	184,95	249,07	31,72	13,62	-	4%	4%	3%	0%	0%
metano	40,95	49,04	11,69	14,21	0,02	1%	1%	1%	0%	0%
senza comb.	-	-	-	-	150,00	0%	0%	0%	0%	49%
TOTALE	4.772,90	6.929,99	1.101,08	4.820,73	303,63	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 19 - Emissioni da Traffico suddivise per Settore e tipo di combustibile

SETTORE	COMBUSTIBILE	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10
1 - Automobili	benzina verde	1.447,97	1.969,03	275,31	238,00	1,55	30%	28%	25%	5%	1%
	diesel	2.076,77	180,71	361,19	1.384,52	77,64	44%	3%	33%	29%	26%
	GPL	184,95	249,07	31,72	13,62		4%	4%	3%	0%	0%
	metano	36,04	44,12	5,52	1,92		1%	1%	1%	0%	0%
	senza comb.					86,56	0%	0%	0%	0%	29%
	TOTALE	3.745,73	2.442,94	673,73	1.638,05	165,76	78%	35%	61%	34%	55%
2 - Veicoli leggeri < 3.5 t	benzina verde	18,56	131,55	6,83	9,52	0,08	0%	2%	1%	0%	0%
	diesel	223,74	109,72	56,10	236,56	17,66	5%	2%	5%	5%	6%
	senza comb.					7,96	0%	0%	0%	0%	3%
	TOTALE	242,30	241,27	62,93	246,08	25,70	5%	3%	6%	5%	8%
3 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	benzina verde	0,03	3,71	0,04	0,36	0,00	0%	0%	0%	0%	0%
	diesel	454,72	486,69	324,85	2.858,23	51,26	10%	7%	30%	59%	17%
	metano	4,91	4,91	6,17	12,29	0,02	0%	0%	1%	0%	0%
	senza comb.					51,68	0%	0%	0%	0%	17%
	TOTALE	459,67	495,31	331,06	2.870,88	102,97	10%	7%	30%	60%	34%
4 - Ciclomotori (< 50 cm3)	benzina verde	9,02	46,59	0,45	1,47	0,74	0%	1%	0%	0%	0%
	senza comb.					0,11	0%	0%	0%	0%	0%
	TOTALE	9,02	46,59	0,45	1,47	0,85	0%	1%	0%	0%	0%
5 - Motocicli (> 50 cm3)	benzina verde	316,17	3.703,88	32,90	64,25	4,67	7%	53%	3%	1%	2%
	senza comb.					3,68	0%	0%	0%	0%	1%
	TOTALE	316,17	3.703,88	32,90	64,25	8,35	7%	53%	3%	1%	3%
TOTALE		4.772,90	6.929,99	1.101,08	4.820,73	303,63	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 20 - Emissioni da Traffico suddivise per Settore ed età (classe EURO)

SETTORE	CLASSE EURO	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10	Percorrenza	CO	CO ₂	NO _x	PM10
1 - Automobili	0	32,20	374,40	6,71	66,07	1,90	1%	5%	1%	1%	1%
	1	70,76	363,02	13,87	47,61	2,57	1%	5%	1%	1%	1%
	2	515,95	686,16	94,12	231,04	22,54	11%	10%	9%	5%	7%
	3	889,45	388,88	158,46	534,44	46,04	19%	6%	14%	11%	15%
	4	2.052,89	577,11	368,65	705,28	88,32	43%	8%	33%	15%	29%
	5	184,48	53,36	31,91	53,62	4,40	4%	1%	3%	1%	1%
	TOTALE	3.745,73	2.442,94	673,73	1.638,05	165,76	78%	35%	61%	34%	55%
2 - Veicoli leggeri < 3.5 t	0	15,19	77,64	4,43	29,03	4,51	0%	1%	0%	1%	1%
	1	12,56	21,12	3,41	15,38	1,47	0%	0%	0%	0%	0%
	2	45,03	46,18	11,72	52,66	5,58	1%	1%	1%	1%	2%
	3	84,79	56,42	21,58	83,87	8,39	2%	1%	2%	2%	3%
	4	81,05	38,78	20,85	63,11	5,63	2%	1%	2%	1%	2%
	5	3,69	1,13	0,94	2,03	0,13	0%	0%	0%	0%	0%
	TOTALE	242,30	241,27	62,93	246,08	25,70	5%	3%	6%	5%	8%
3 - Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	0	37,06	81,60	27,24	386,68	16,48	1%	1%	2%	8%	5%
	1	19,35	28,75	13,58	147,69	6,73	0%	0%	1%	3%	2%
	2	81,55	105,69	54,91	642,64	20,29	2%	2%	5%	13%	7%
	3	175,00	260,83	126,24	1.124,79	40,18	4%	4%	11%	23%	13%
	4	110,55	10,87	80,08	480,28	14,46	2%	0%	7%	10%	5%
	5	36,16	7,58	29,01	88,80	4,82	1%	0%	3%	2%	2%
	TOTALE	459,67	495,31	331,06	2.870,88	102,97	10%	7%	30%	60%	34%
4 - Ciclomotori (< 50 cm3)	0	2,34	32,32	0,19	0,05	0,47	0%	0%	0%	0%	0%
	1	1,30	7,28	0,06	0,02	0,11	0%	0%	0%	0%	0%
	2	5,38	6,99	0,21	1,40	0,27	0%	0%	0%	0%	0%
	TOTALE	9,02	46,59	0,45	1,47	0,85	0%	1%	0%	0%	0%
5 - Motocicli (> 50 cm3)	0	107,09	2.424,35	10,87	16,74	4,63	2%	35%	1%	0%	2%
	1	55,43	622,53	5,99	17,77	1,50	1%	9%	1%	0%	0%
	2	66,93	434,67	6,96	16,97	0,97	1%	6%	1%	0%	0%
	3	86,71	222,34	9,08	12,77	1,26	2%	3%	1%	0%	0%
	TOTALE	316,17	3.703,88	32,90	64,25	8,35	7%	53%	3%	1%	3%

4.5 Rappresentazione grafica dei risultati

Le emissioni degli inquinanti principali vengono raffigurate di seguito attraverso mappe che descrivono il territorio della Provincia di Trento.

4.5.1 Emissioni totali provinciali per macroinquinante

Si riportano i dati delle emissioni totali (da Figura 19 a Figura 26) per inquinante su un grigliato di 500 m. Tale rappresentazione permette una visione di insieme della distribuzione spaziale dei maggiori macroinquinanti.

Sono riportate per i principali inquinanti tutte le emissioni calcolate da INEMAR6 per l'anno 2010, sommando sia le emissioni di cui erano presenti specifici riferimenti geografici (es. stabilimenti puntuali, archi stradali) sia le emissioni diffuse sul territorio. Queste ultime sono state spazializzate utilizzando una risoluzione di 500 m, come proxy di tale distribuzione si sono utilizzate varie informazioni geografiche, in particolare: la distribuzione della popolazione, la densità abitativa, il grafo stradale e l'uso del suolo.

La diffusione spaziale di CO e PM10 deriva principalmente dal riscaldamento domestico a legna e dal traffico, inoltre per CO si evidenziano delle concentrazioni molto elevate in alcune zone, ossia in corrispondenza di alcuni impianti particolari: ad esempio a Borgo Valsugana si nota la presenza della Acciaieria Valsugana, a Calavino la ditta Italcementi e a Riva del Garda la ditta Buzzi Unicem.

CH₄ deriva principalmente da emissioni di tipo puntuale, ossia dalle discariche, e dalle attività diffuse di tipo agricolo e zootecnico. Queste ultime due attività sono le principali fonti emissive anche di N₂O e NH₃.

I COV sono legati ad attività diffuse ed in particolare sono spalmati sulle superfici agricole e forestali, ma si notano delle concentrazioni elevate in alcuni comuni dove insistono alcune emissioni puntuali rilevanti: a Rovereto la ditta Marangoni e a Tione la ditta Novurania.

NO_x deriva maggiormente dal traffico ed in parte dalla combustione del metano domestica ed industriale; mentre SO₂ da tutti i processi di combustione e dalle attività produttive in generale, quindi si evidenzia soprattutto vicino alle sorgenti puntuali o nei centri abitati.

0 10 20 30 40 km

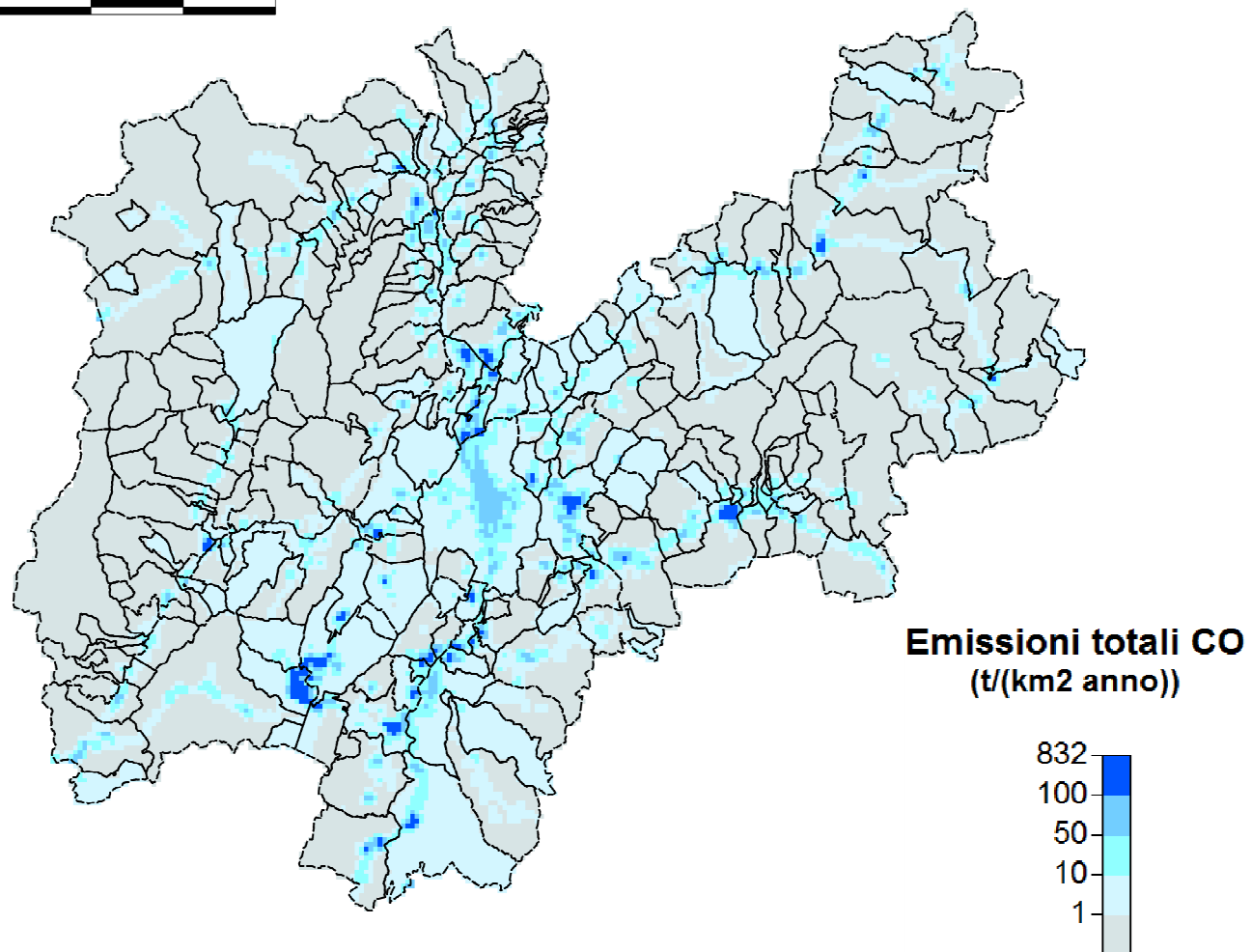


Figura 19 - Emissioni di CO su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

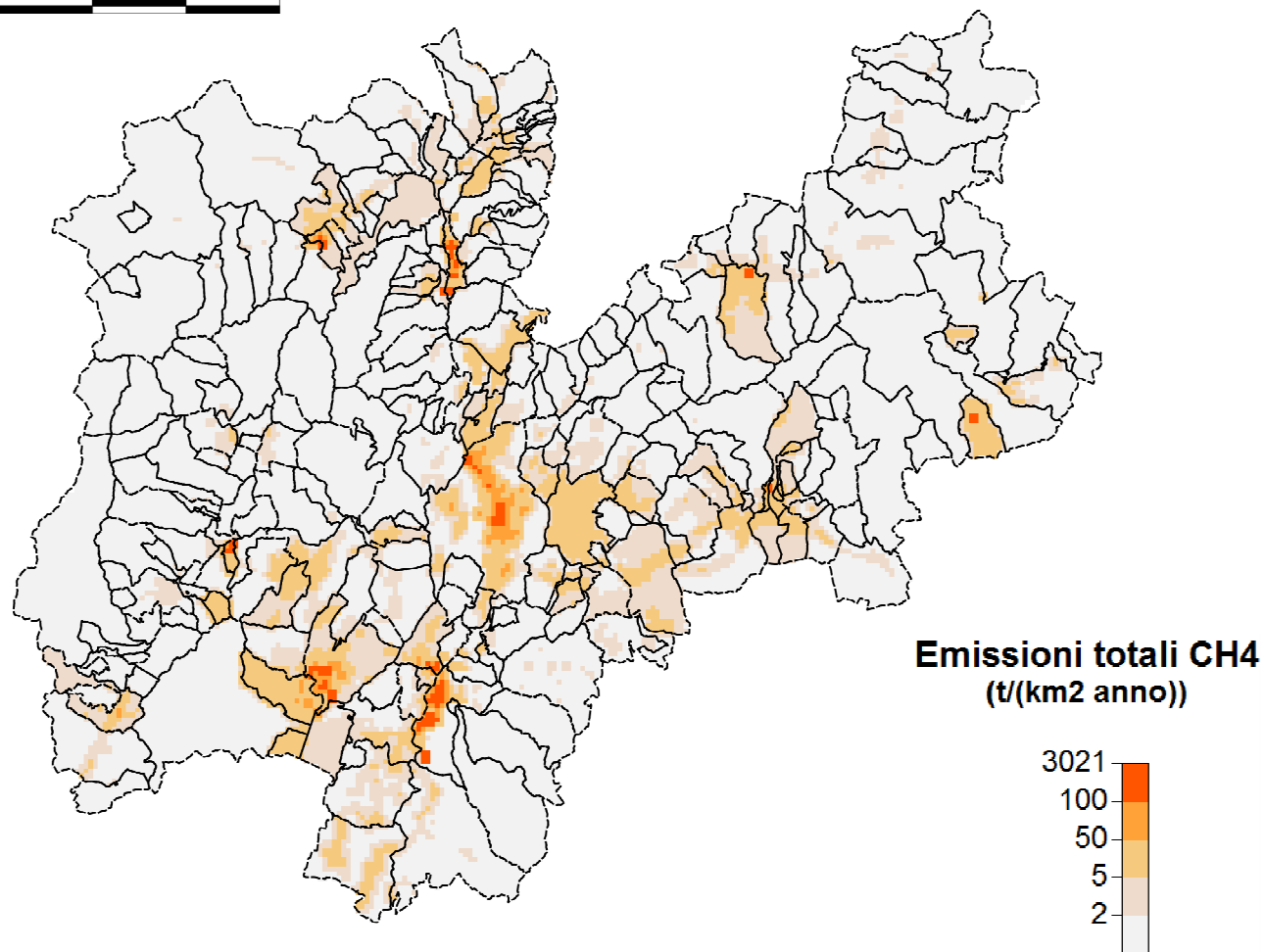


Figura 20 - Emissioni di CH₄ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

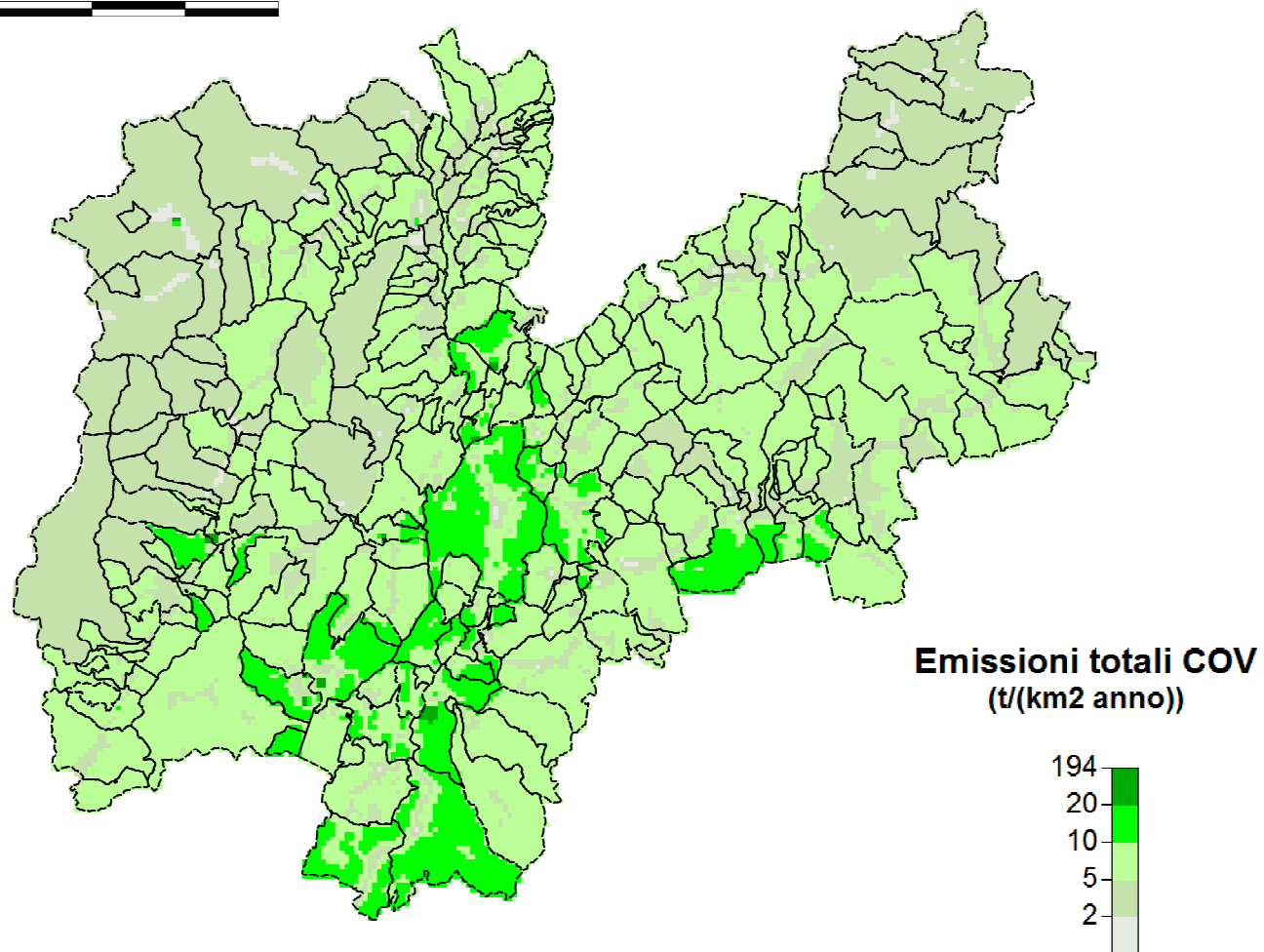


Figura 21 - Emissioni di COV su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

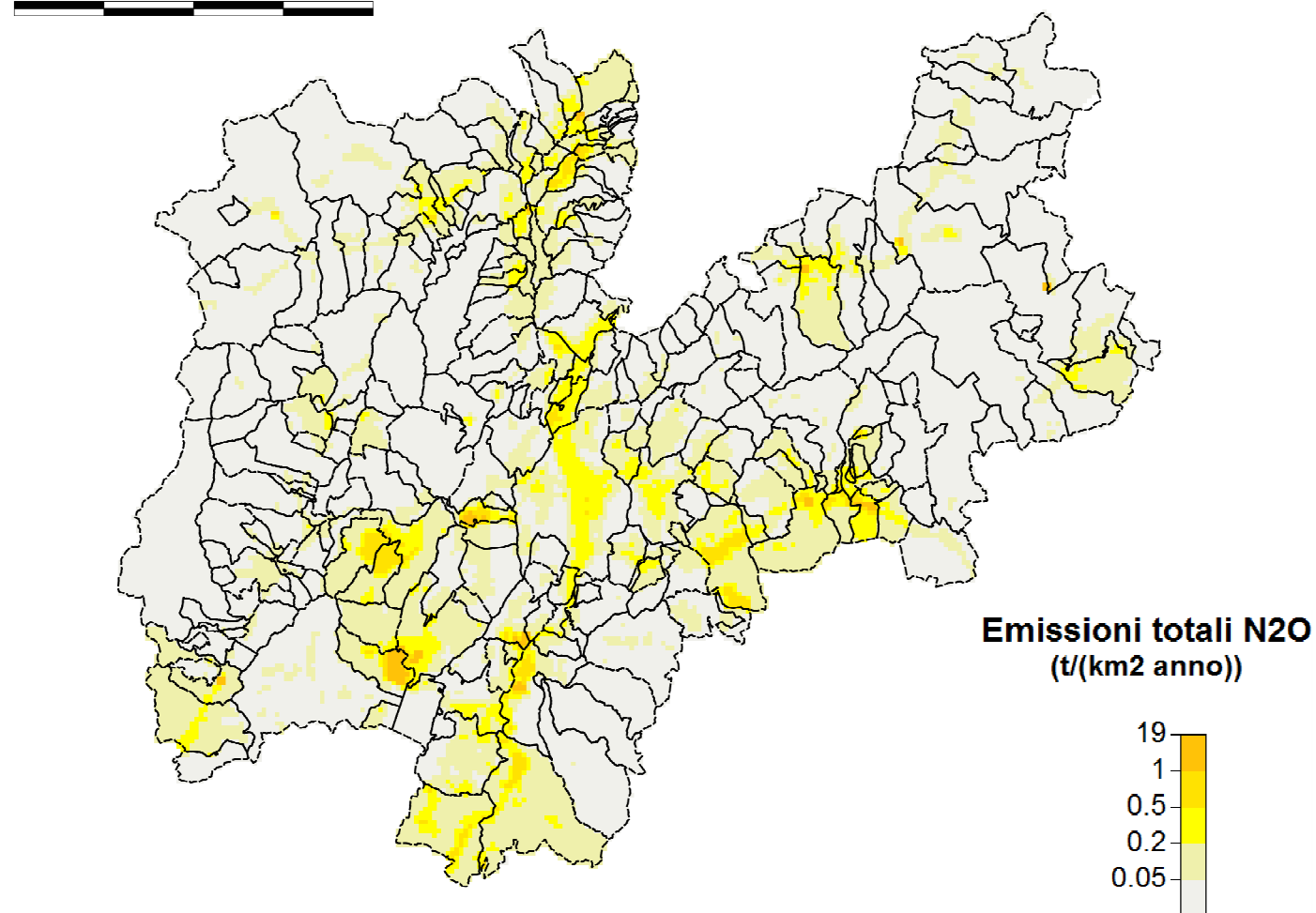


Figura 22 - Emissioni di N₂O su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

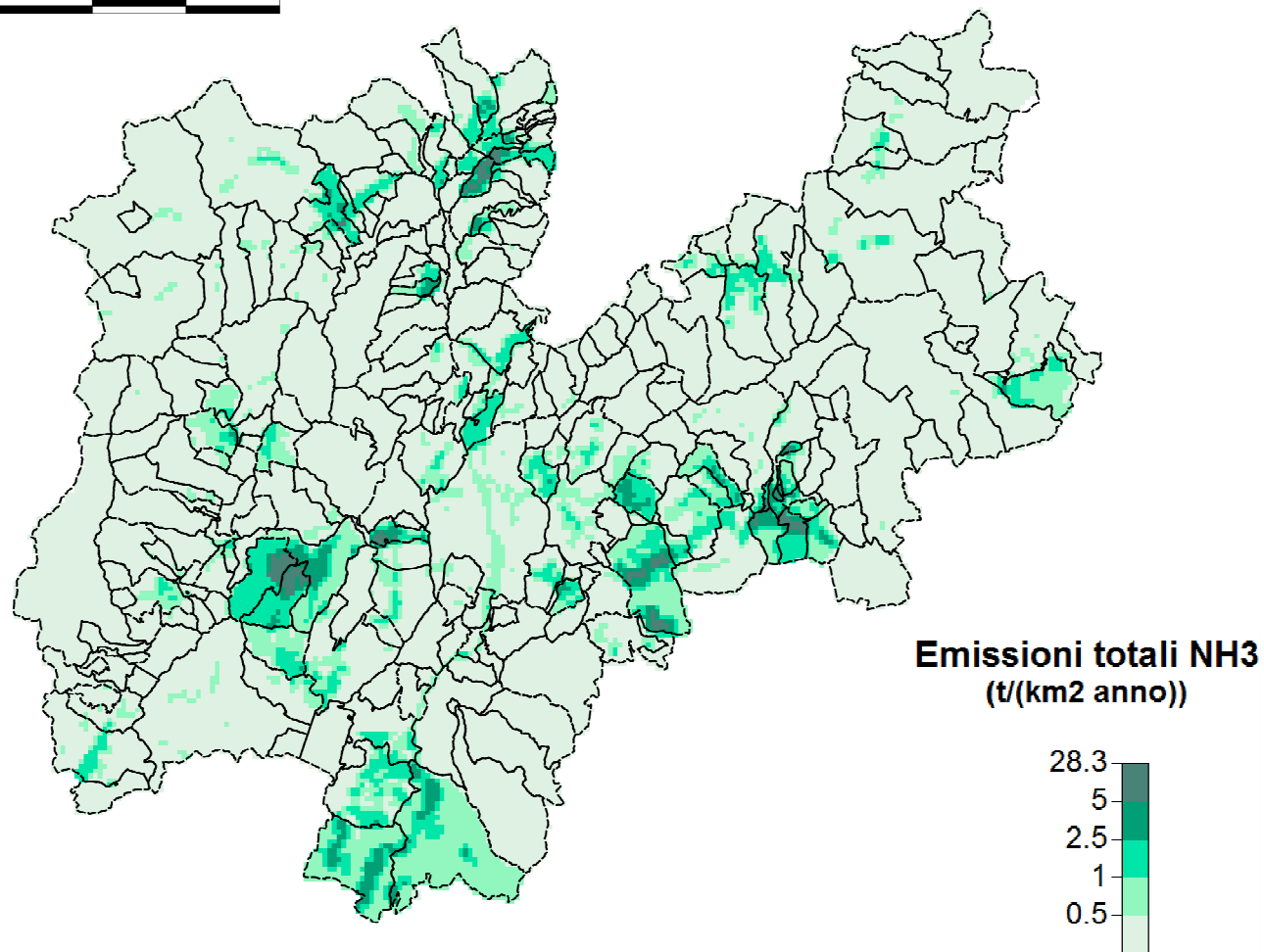


Figura 23 - Emissioni di NH₃ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

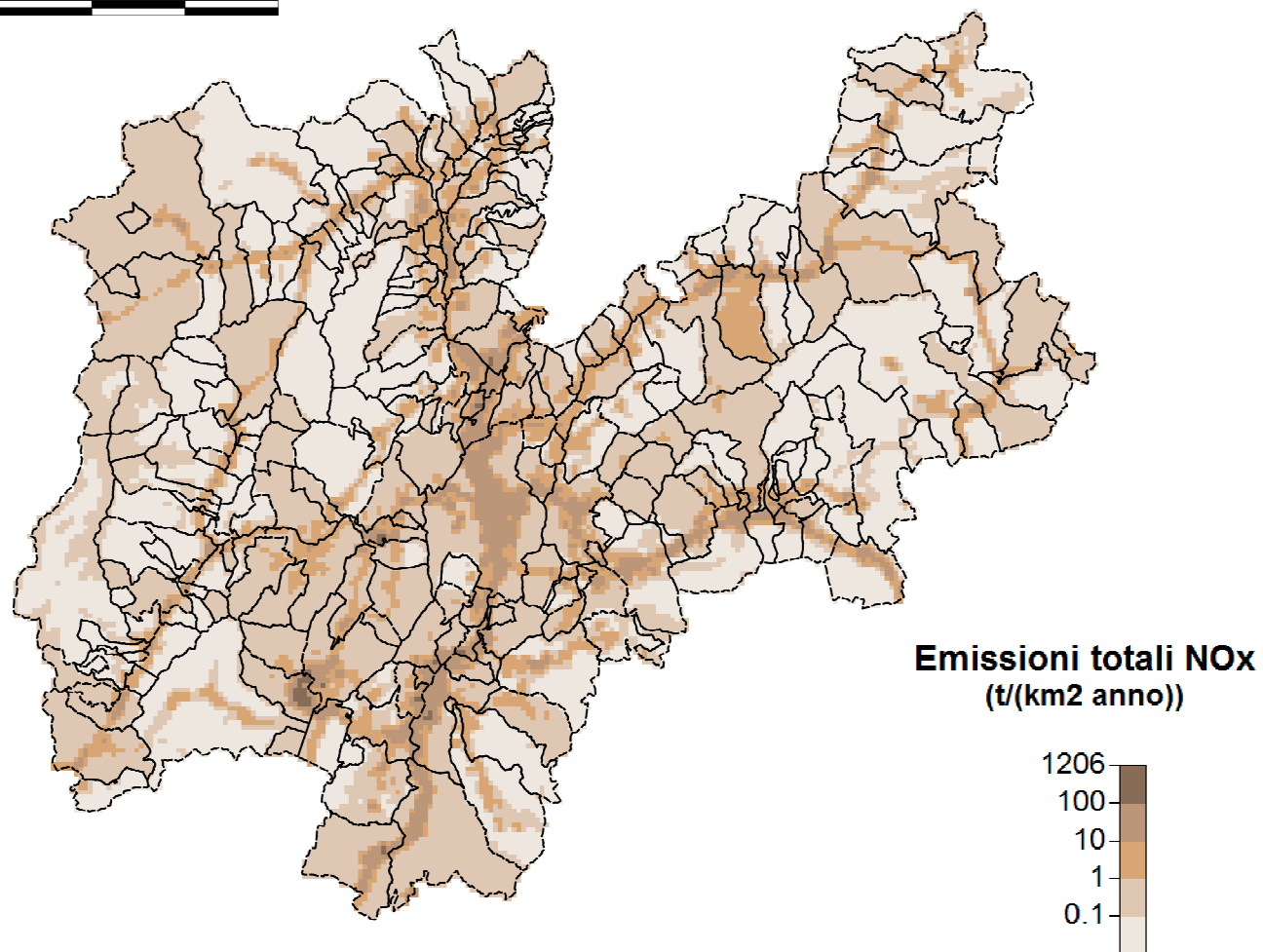


Figura 24 - Emissioni di NO_x su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

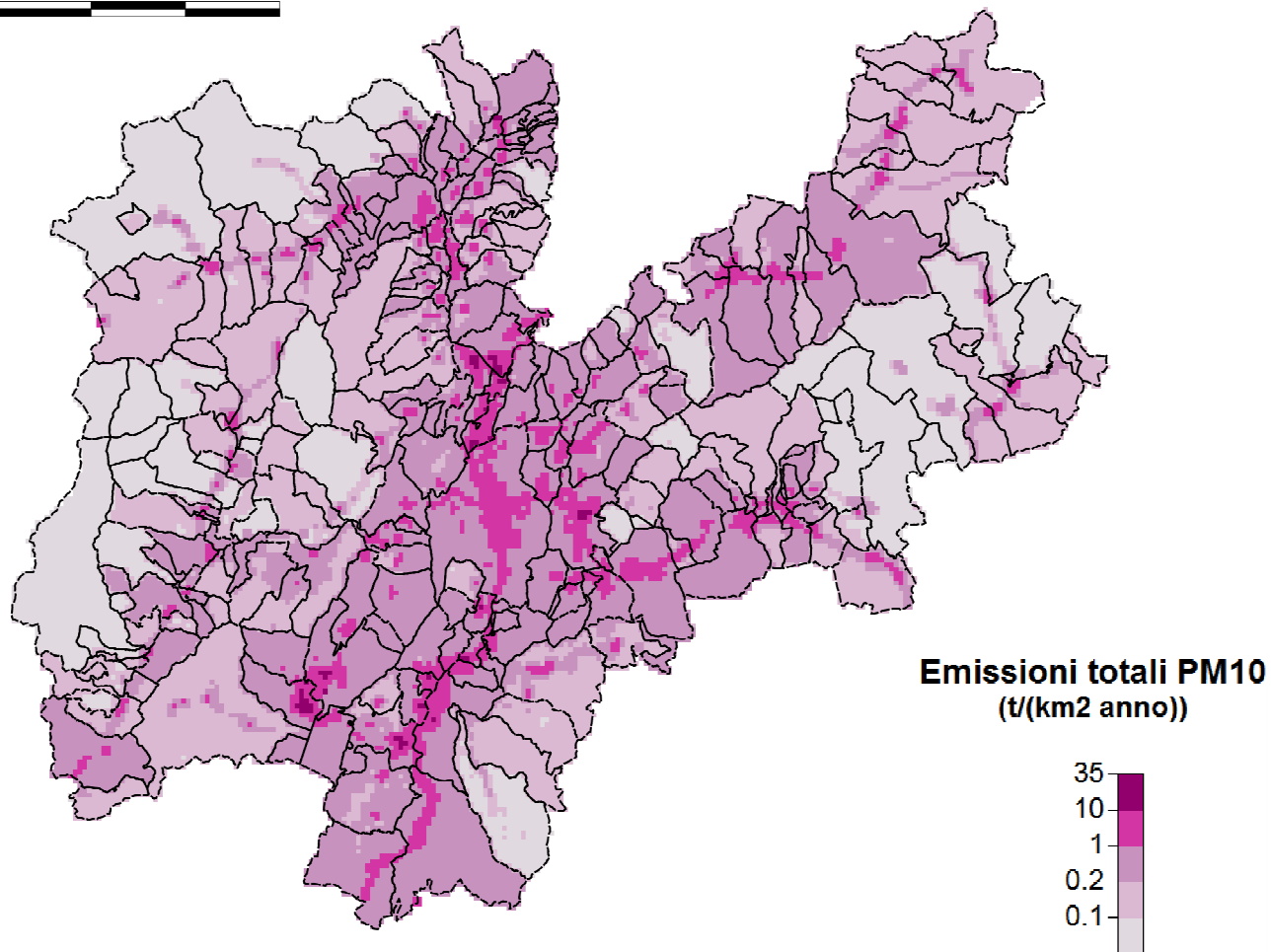


Figura 25 - Emissioni di PM10 su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

0 10 20 30 40 km

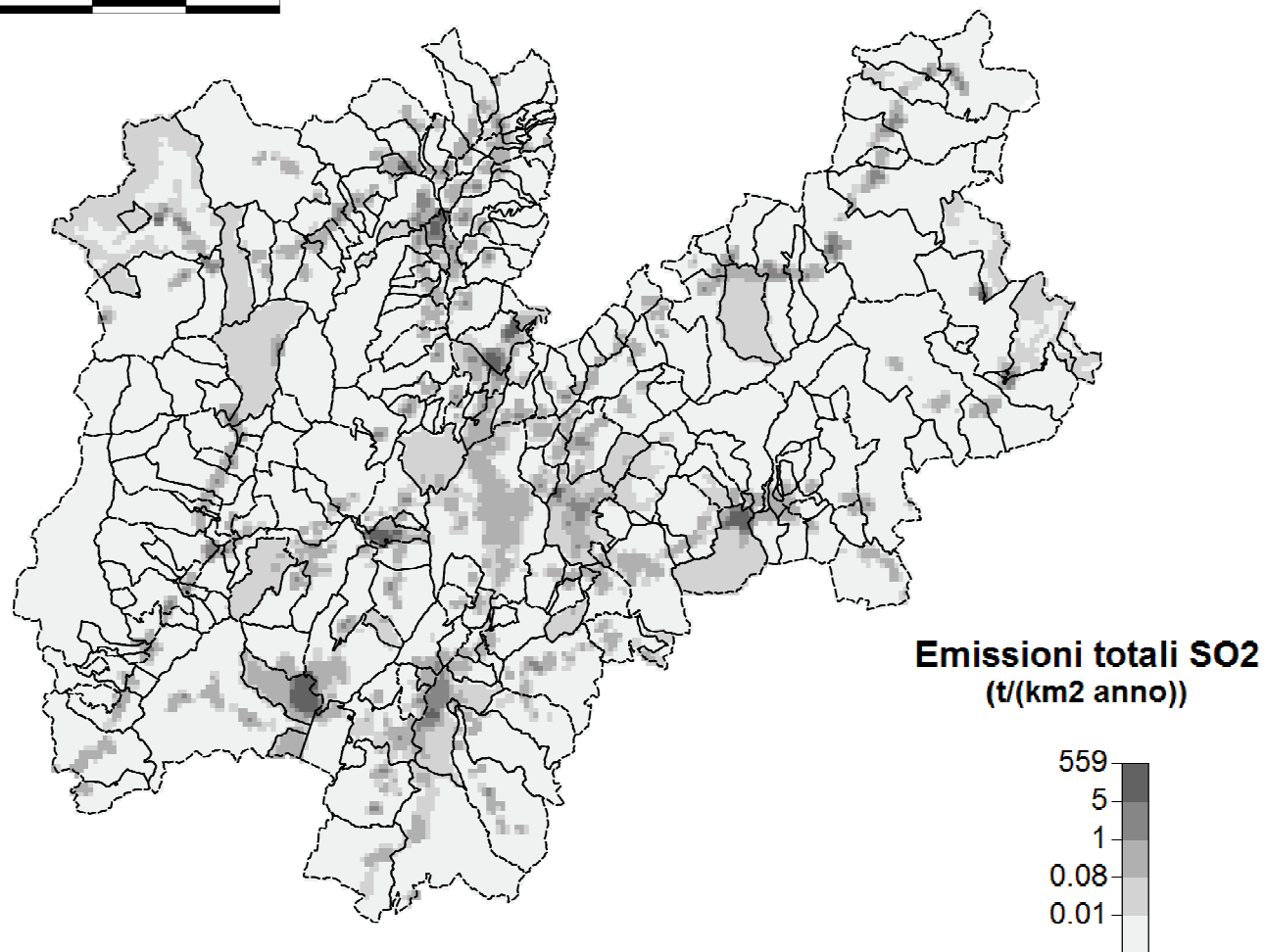


Figura 26 - Emissioni di SO₂ su griglia di risoluzione 500 m [t/(km² anno)]

4.5.2 Emissioni Puntuali provinciali per macroinquinante

In Figura 27 è rappresentata la distribuzione territoriale delle varie sorgenti considerate come puntuali in INEMAR6, queste sono rappresentate con diversi colori per differenziare gli stabilimenti di produzione dalle discariche.

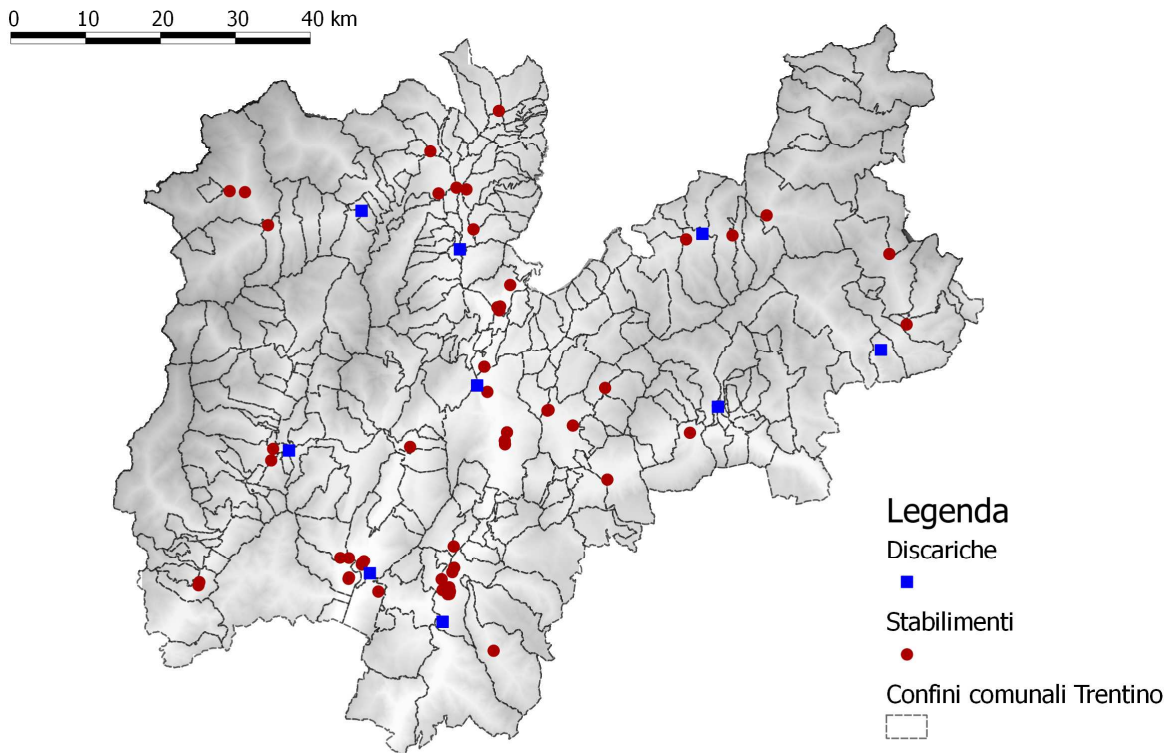


Figura 27 - Localizzazione delle emissioni puntuali analizzate, discariche e stabilimenti industriali

Le emissioni puntuali relative agli stabilimenti di produzione sono rappresentate nelle mappe che vanno da Figura 28 a Figura 34.

Elevate emissioni di CH_4 sono caratteristiche dei grandi impianti che bruciano metano, in particolare le ditte *Valsugana Energia* di Pergine, tutti gli stabilimenti della *Dolomiti Reti* di Rovereto, oltre all'impianto *Alto Garda Power* di Riva del Garda ed alla *Acciaieria di Borgo Valsugana*.

Si osservano inoltre elevate emissioni di CO , N_2O e NO_x per i *cementifici Buzzi Unicem* di Riva del Garda e *Italcementi* di Calavino dovute soprattutto dalla combustione del carbone nella produzione di cemento ed *Alto Garda Power* di Riva del Garda per la combustione di metano. I primi due impianti sono anche i principali produttori di SO_2 . Inoltre per CO e N_2O spicca anche il contributo dell'*Acciaieria di Borgo* dovuta sia dal processo fusorio che di riscaldamento.

Nella rappresentazione dei COV da fonte puntuale si evidenziano soprattutto i contributi dei due impianti che lavorano la gomma: *Novurania* di Tione e *Marangoni Gomma* di Rovereto; mentre i PM_{10} sono molto elevati nell'impianto di *S.E.P.R. Italia* di Mezzocorona che produce piastrelle, seguono con valori molto inferiori l'impianto di teleriscaldamento *Bioenergy Anaunia* di Fondo che brucia cippato, *Cartiere del Garda*, *Fedrigoni* e *Marangoni Gomme*.

4.5.3 Emissioni Lineari provinciali per macroinquinante

Si riportano infine da Figura 35 a Figura 39 le mappe relative alle emissioni di tipo lineare, cioè dovute al traffico su strada, relative agli inquinanti CO, COV, NO_x, PM10 ed SO₂.

Le arterie di traffico con emissioni più elevate sono il tratto della A22 che attraversa la provincia; la SS 47 della Valsugana, in particolare il tratto che comprende la tangenziale nord di Trento; la SS 12 e SP 45 (*Bus de Vela*) nelle vicinanze di Trento, ed in fine la SS43 che da Trento porta in Val di Non.

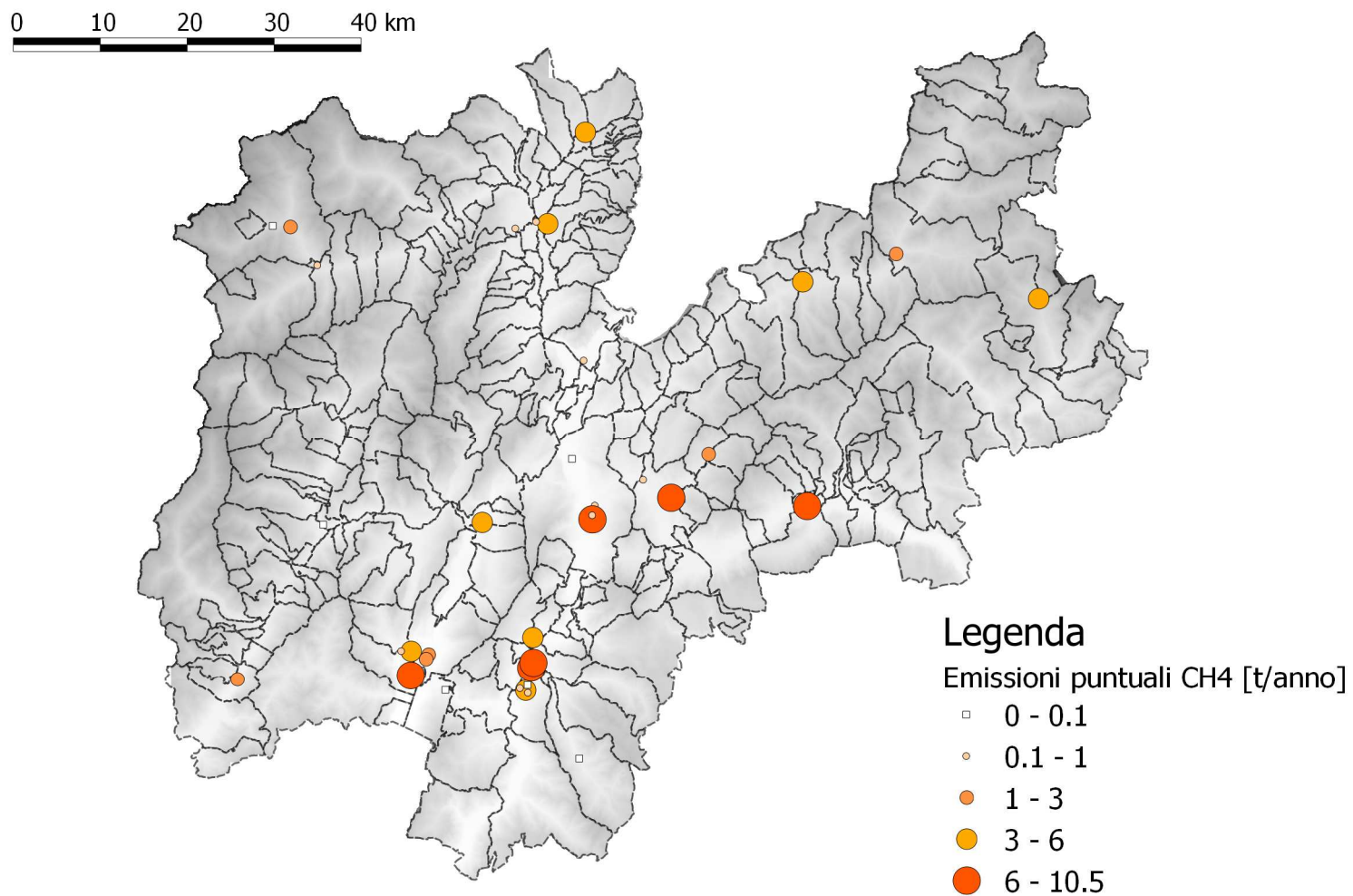


Figura 28 - Emissioni di CH₄ per le sorgenti puntuali

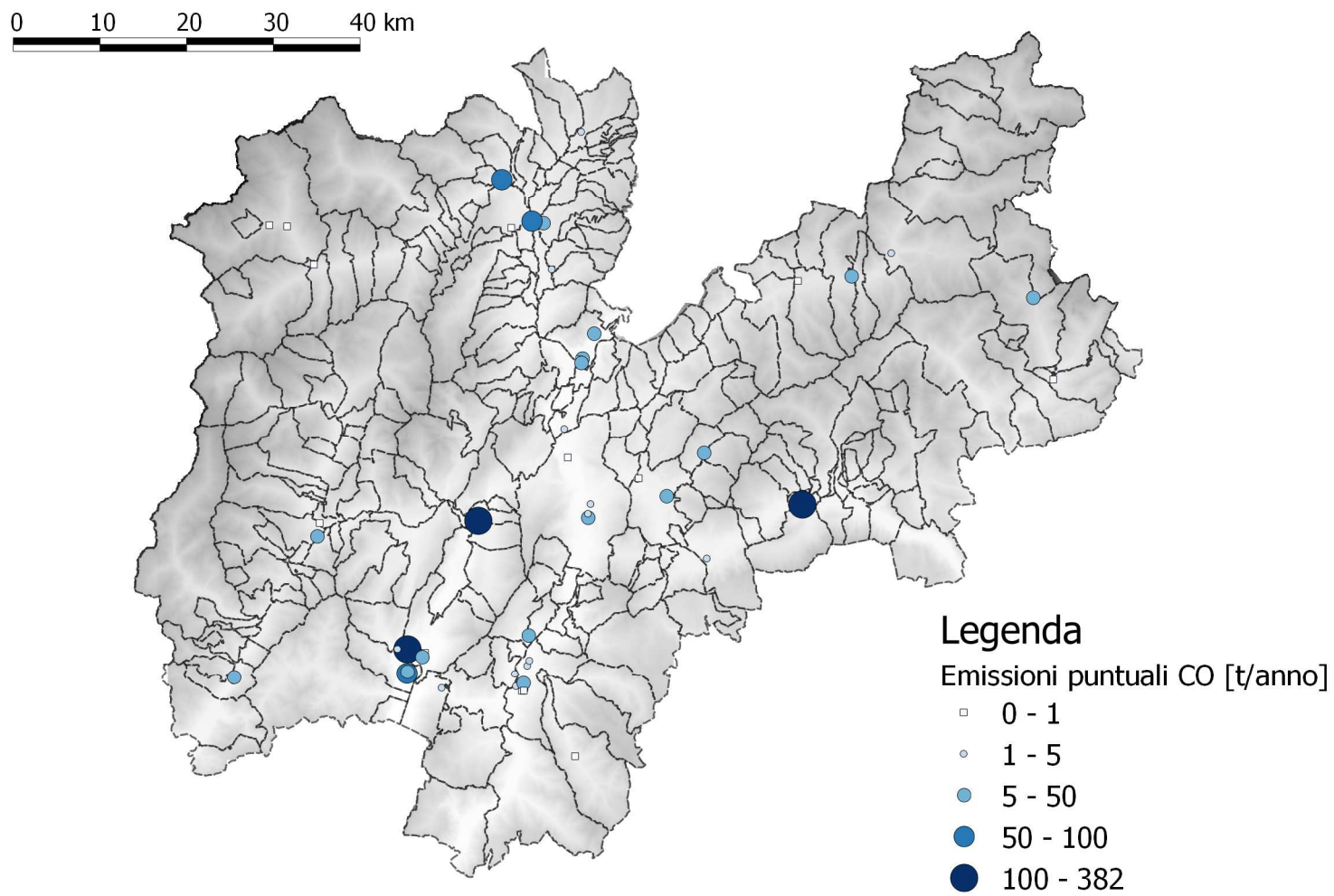


Figura 29 - Emissioni di CO per le sorgenti puntuali

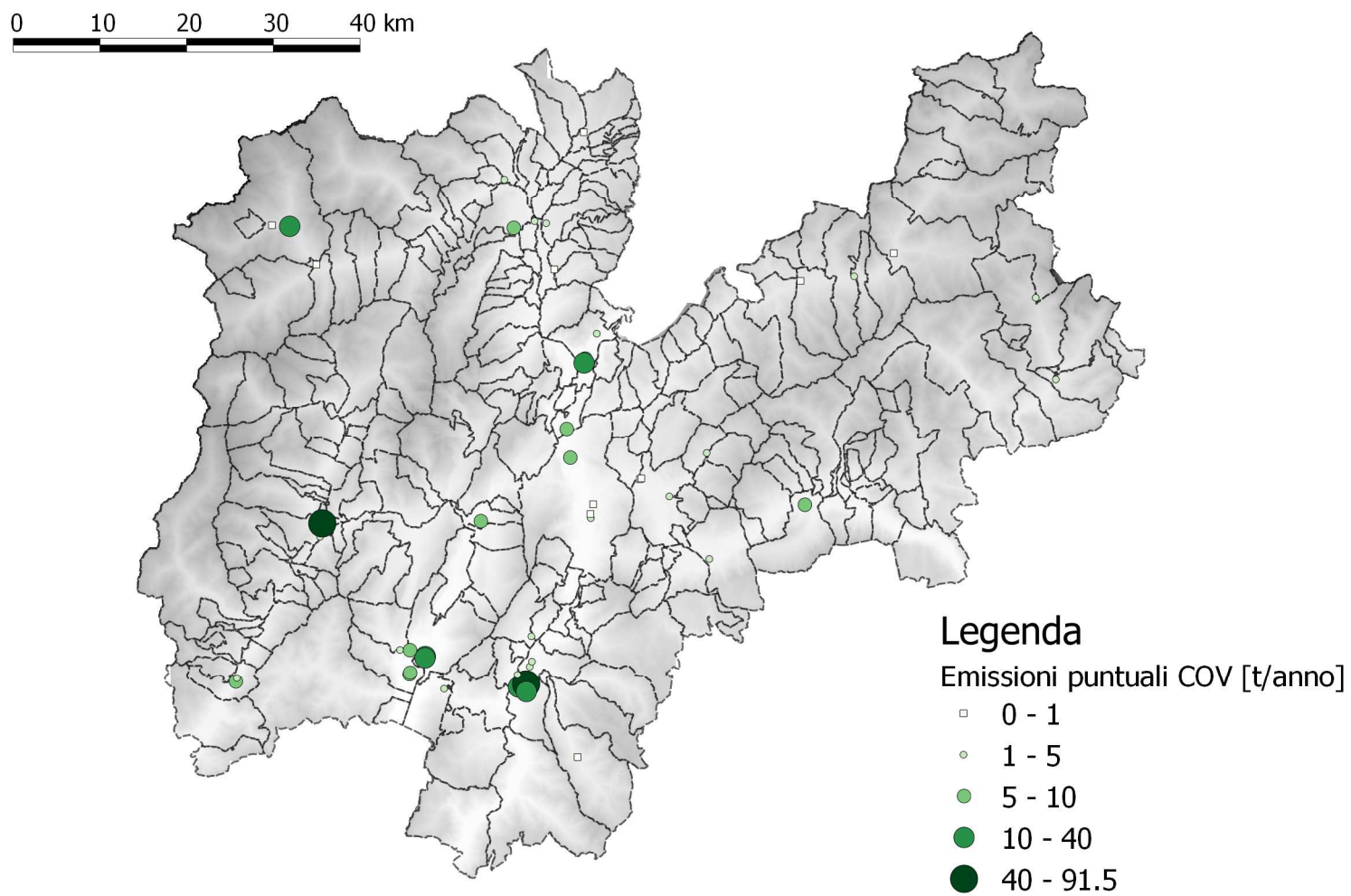


Figura 30 - Emissioni di COV per le sorgenti puntuali

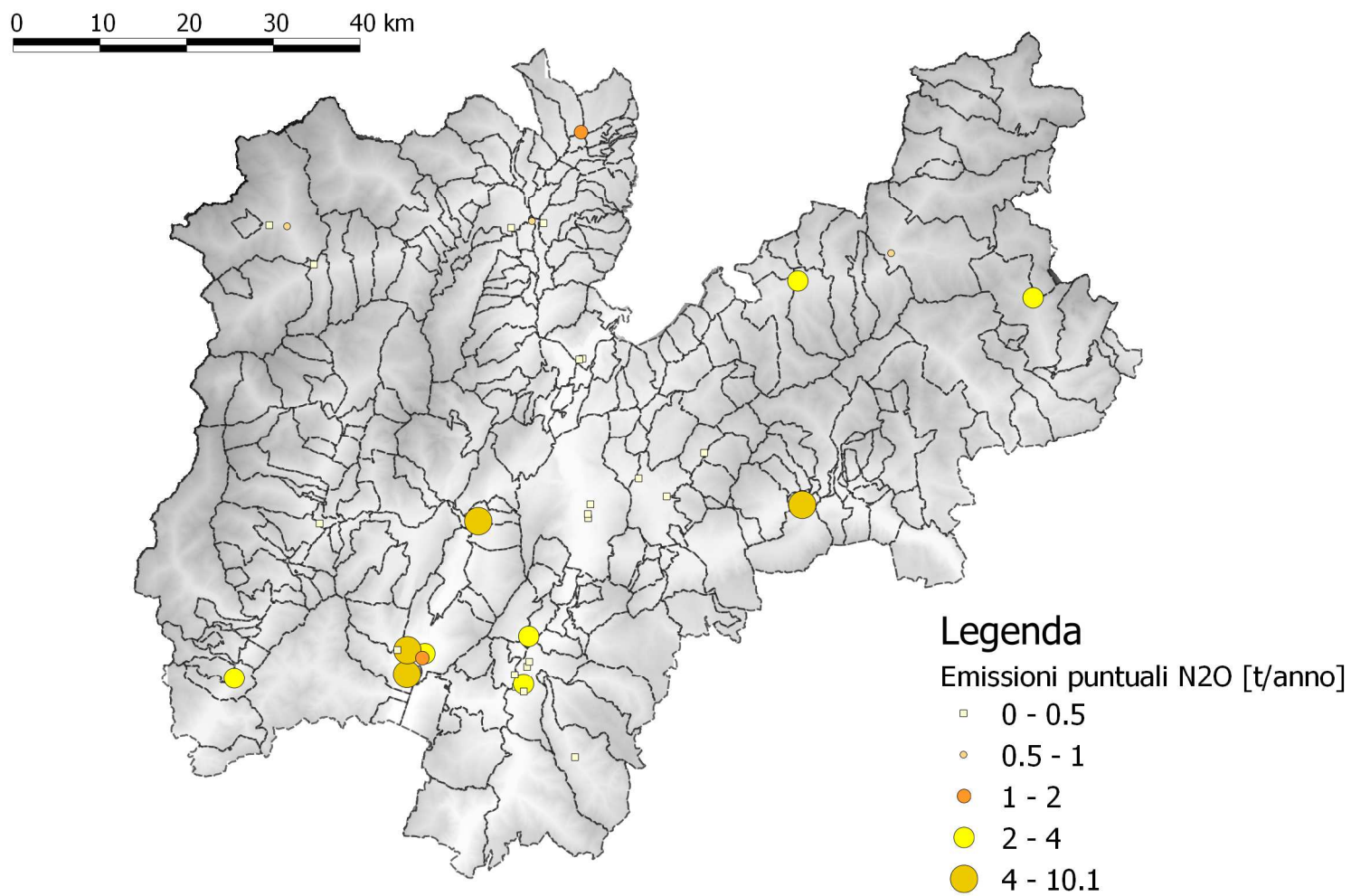


Figura 31 - Emissioni di N₂O per le sorgenti puntuali

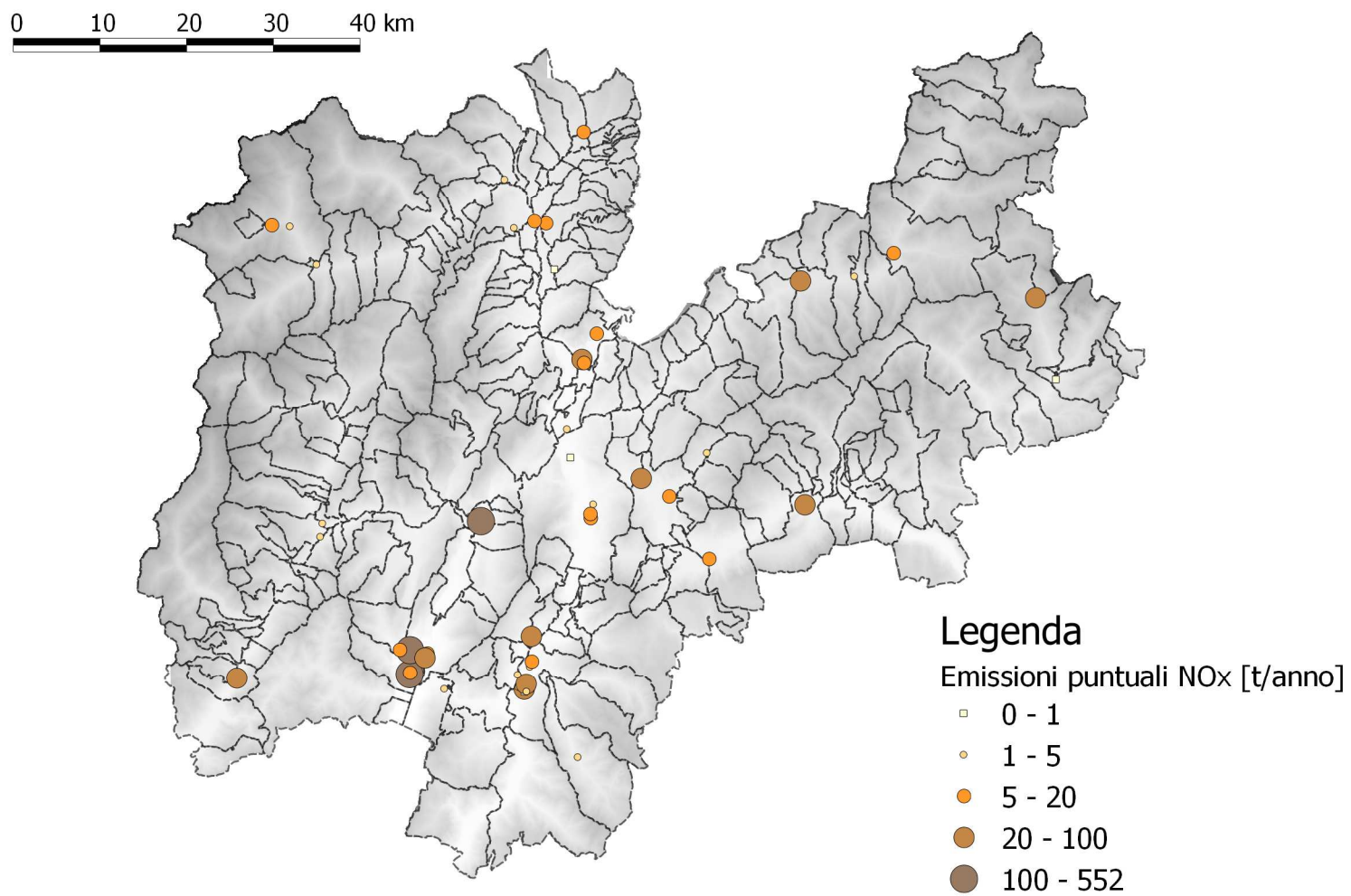


Figura 32 - Emissioni di NO_x per le sorgenti puntuali

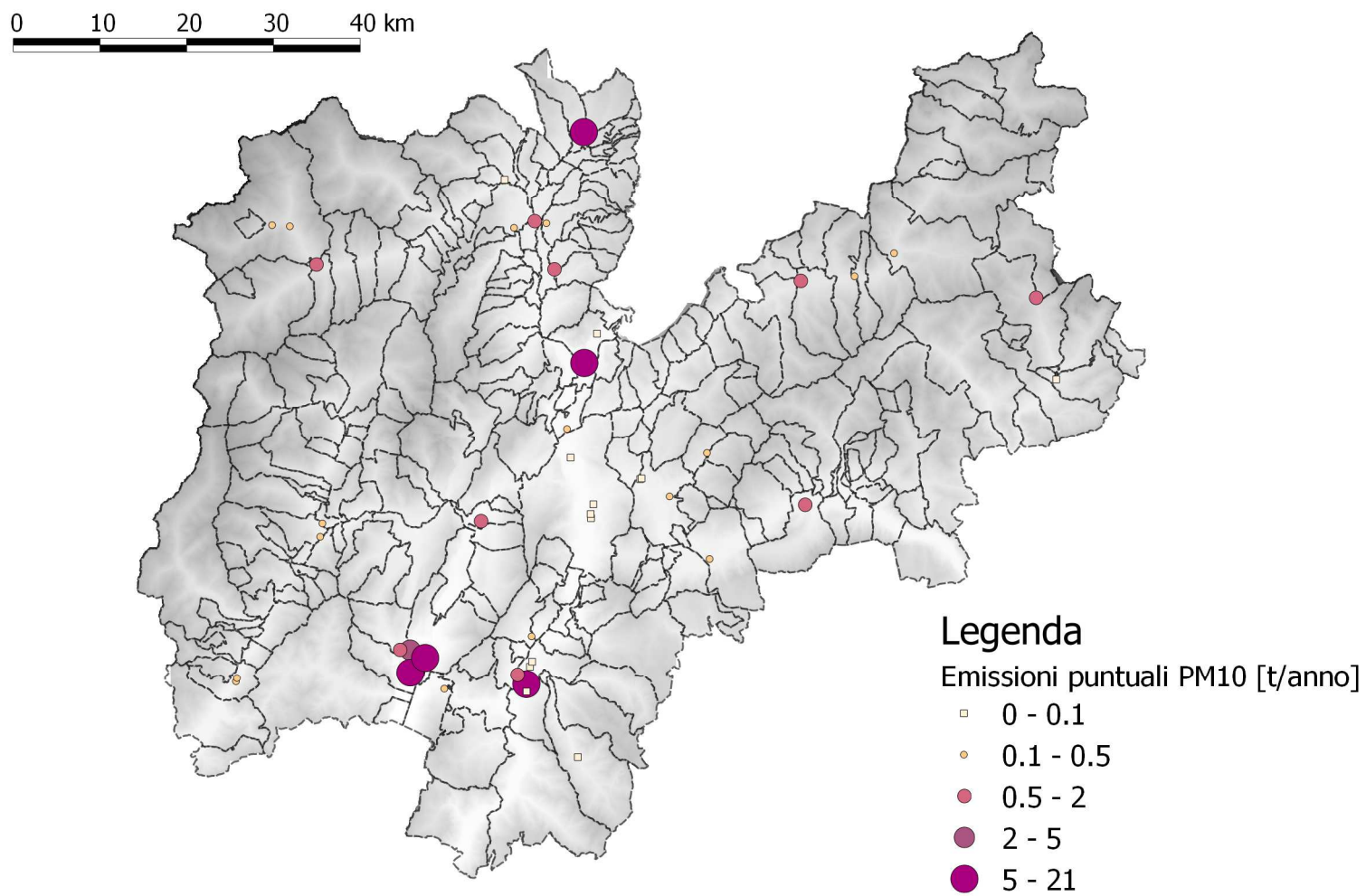


Figura 33 - Emissioni di PM10 per le sorgenti puntuali

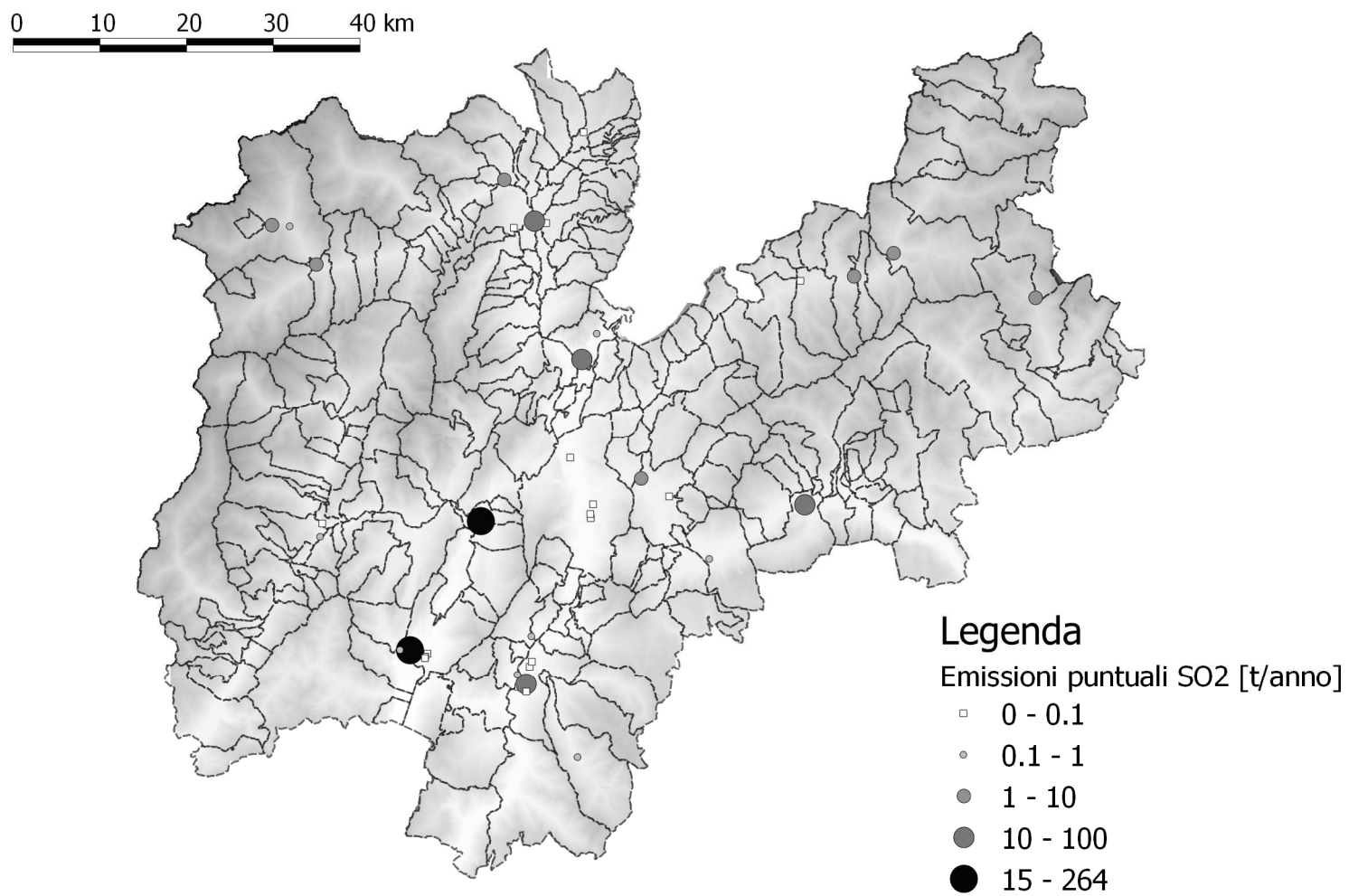


Figura 34 - Emissioni di SO₂ per le sorgenti puntuali

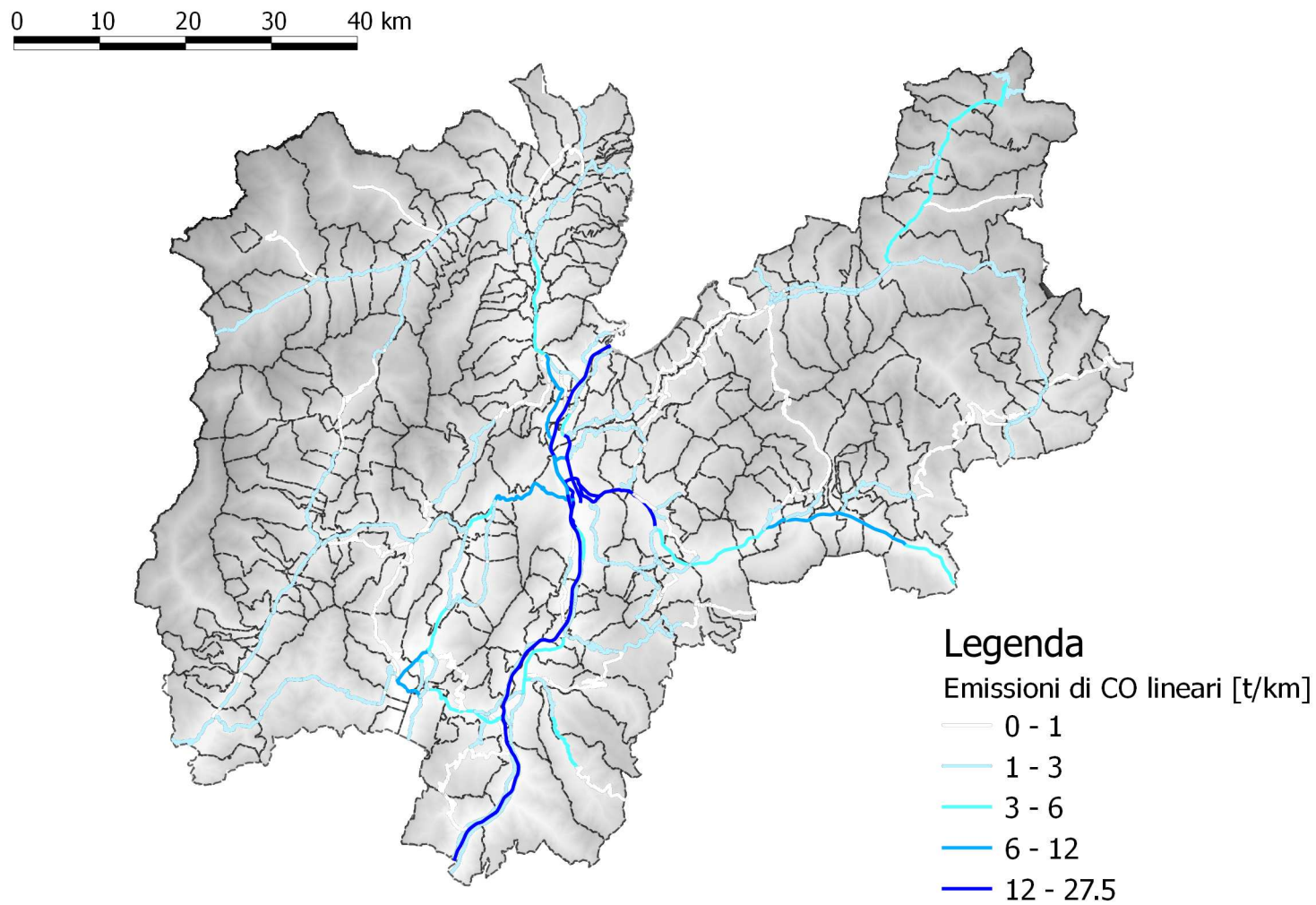


Figura 35 - Emissioni di CO per le sorgenti mobili lineari

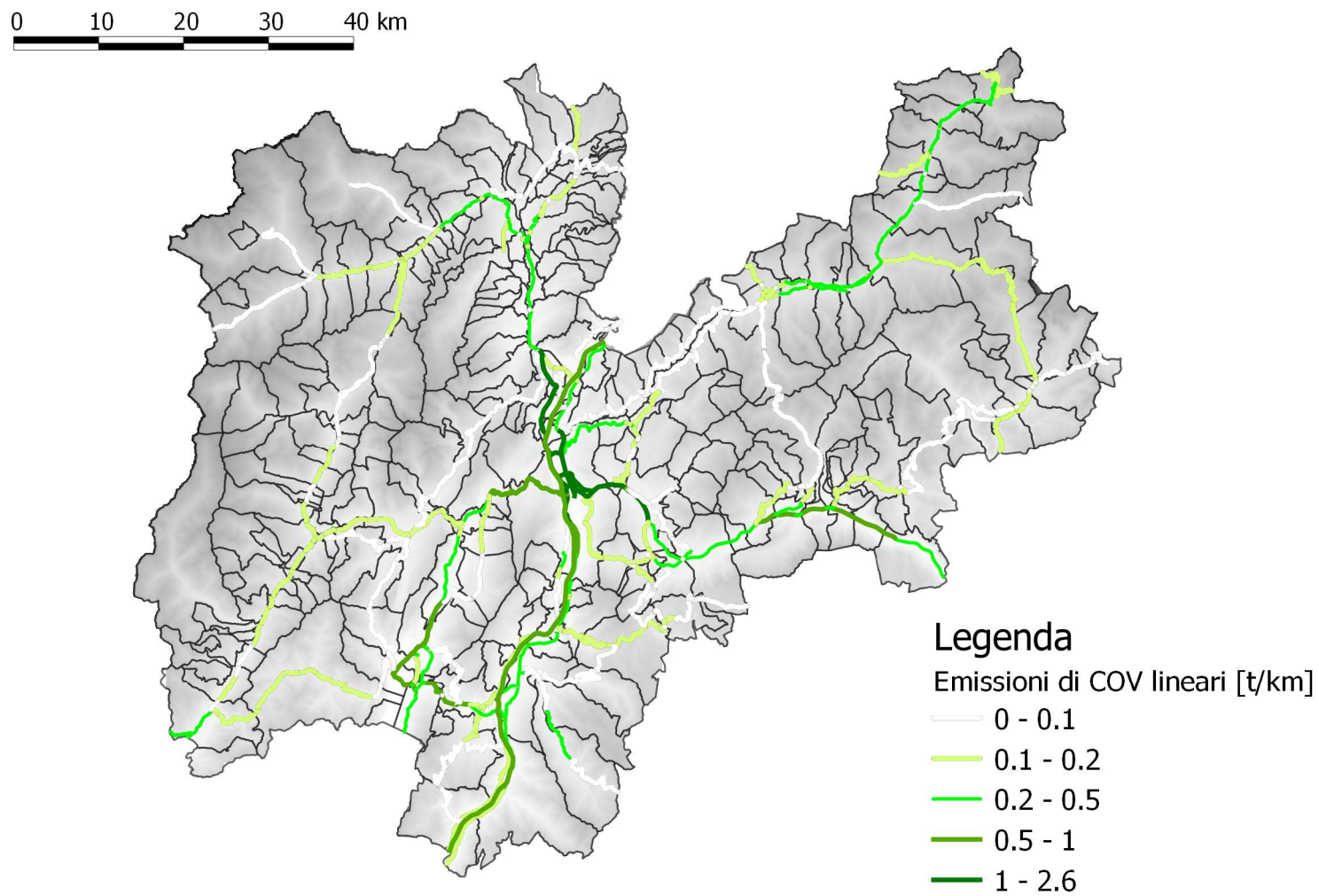


Figura 36 - Emissioni di COV per le sorgenti mobili lineari

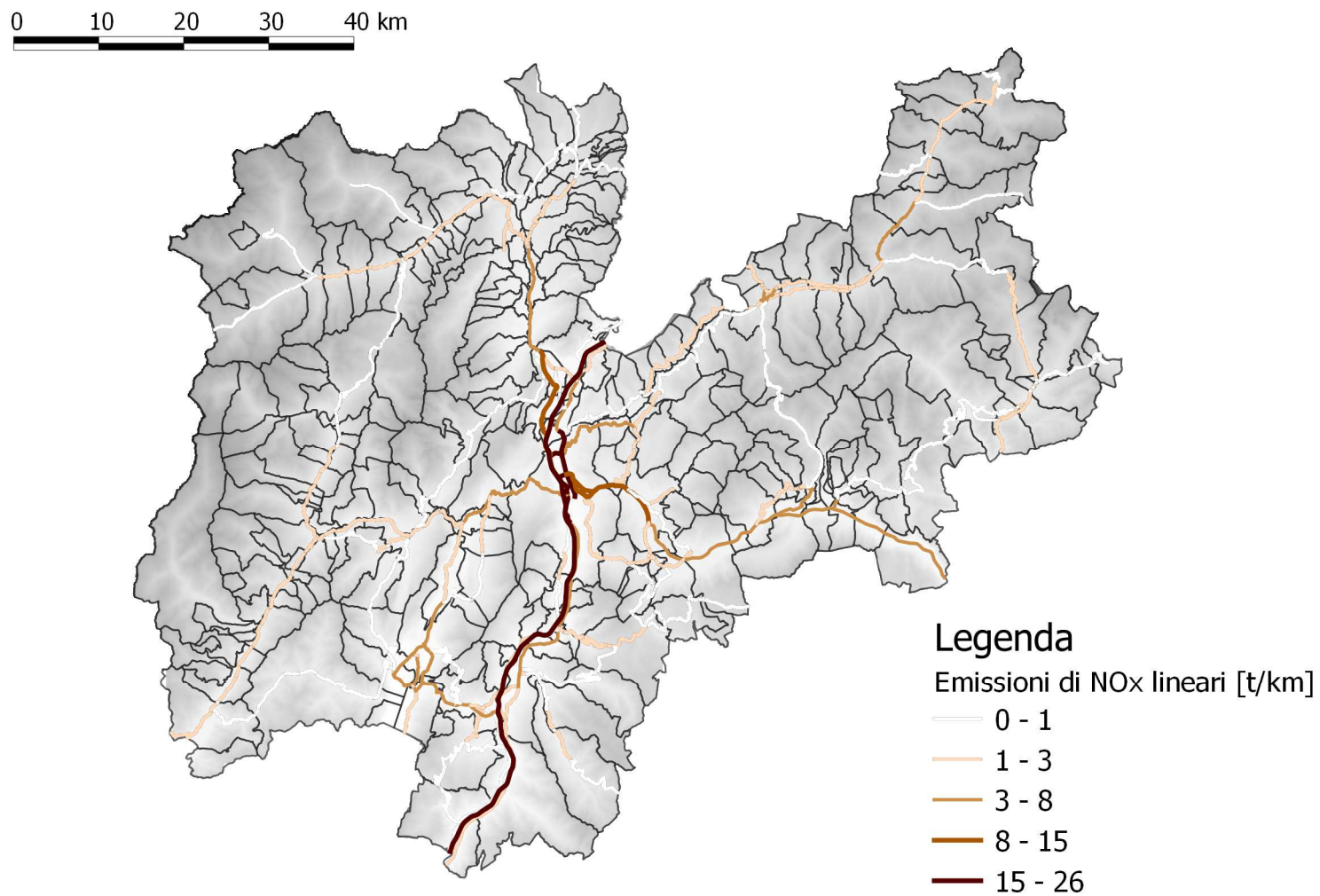


Figura 37 - Emissioni di NO_x per le sorgenti mobili lineari

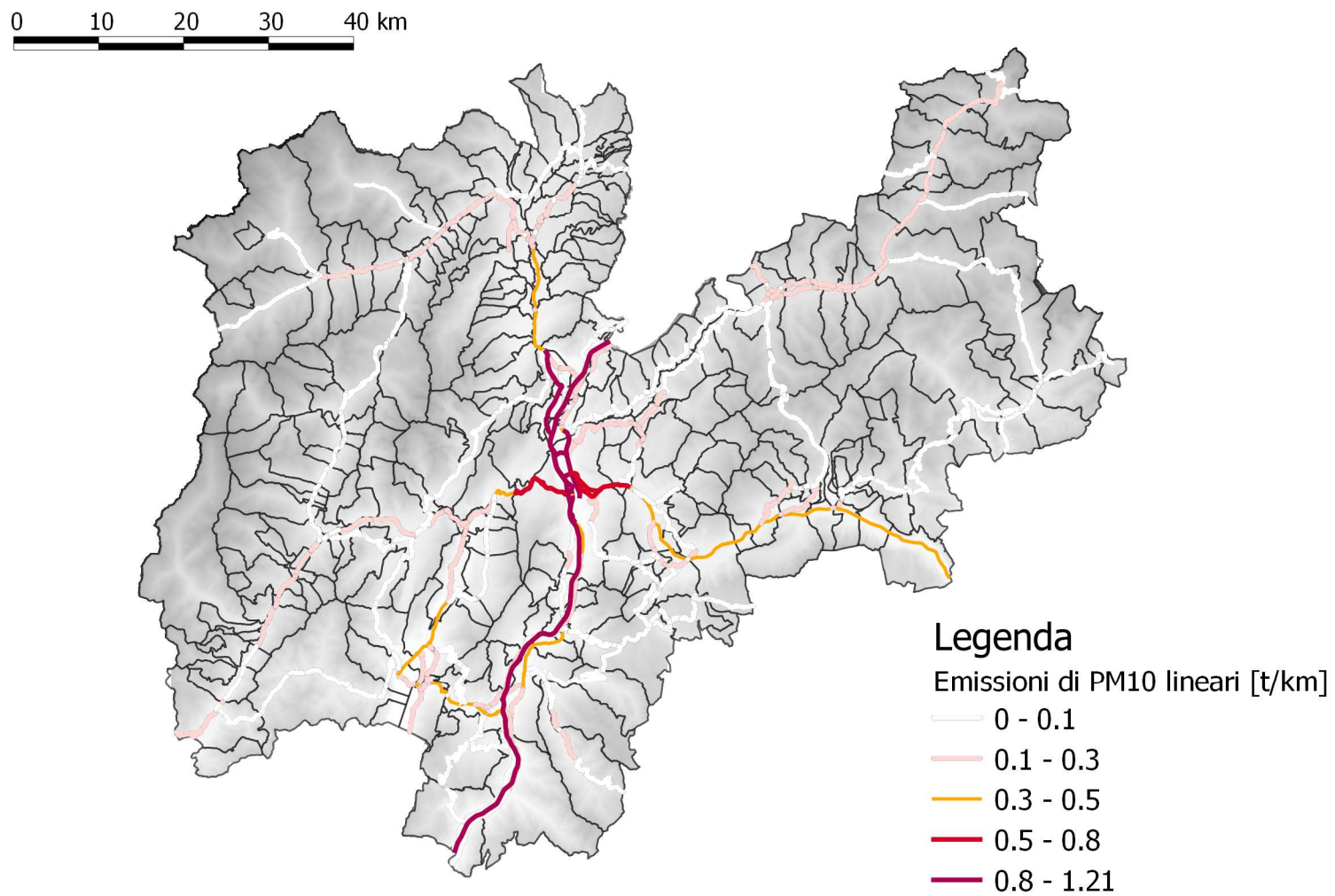


Figura 38 - Emissioni di PM10 per le sorgenti mobili lineari

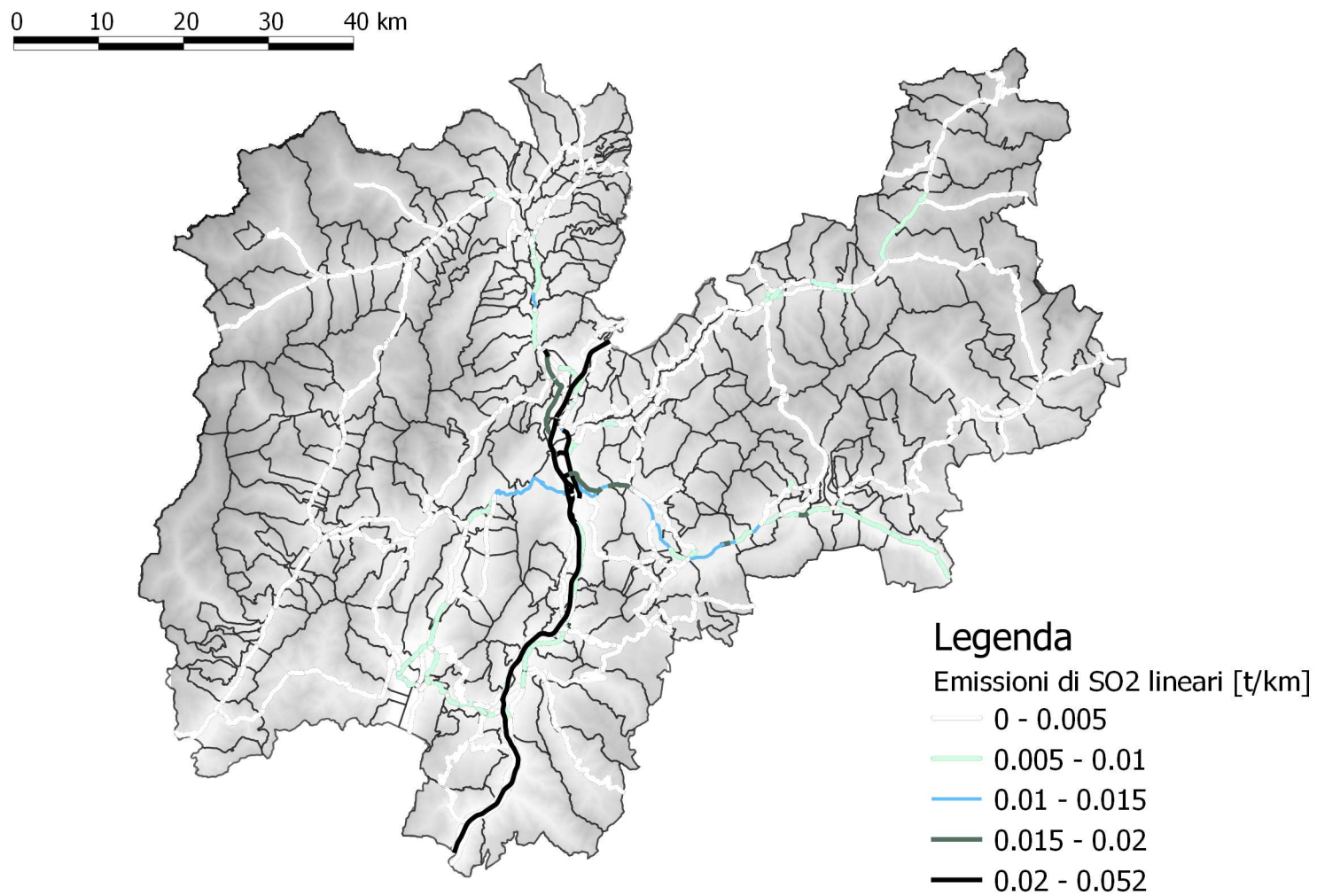


Figura 39 - Emissioni di SO₂ per le sorgenti mobili lineari

5 Confronto inventari 2005-2007-2010

Vengono qui analizzate le differenze tra le emissioni dell'anno 2010 e gli inventari precedenti degli anni 2005 e 2007, presentando i dati sotto forma di istogrammi per analizzarne i trend o apprezzarne le variazioni più rilevanti. Si osserva che il confronto tra emissioni stimate in tempi successivi può essere poco significativo, a causa delle variazioni apportate alla metodologia di calcolo. La maggior parte delle differenze è infatti spiegabile con l'adozione di diversi fattori di emissione, con l'uso di diverse metodologie di raccolta dati per le sorgenti puntuali e con la scelta di diversi indicatori e proxy per le sorgenti diffuse. Inoltre, come già illustrato nei paragrafi precedenti, sono presenti anche variazioni di algoritmi di calcolo per alcuni Moduli. Tali modifiche sono tanto più evidenti quanto maggiore è il dettaglio dei dati disponibili che portano al miglioramento della qualità dell'inventario aumentandone l'accuratezza e la completezza¹⁵.

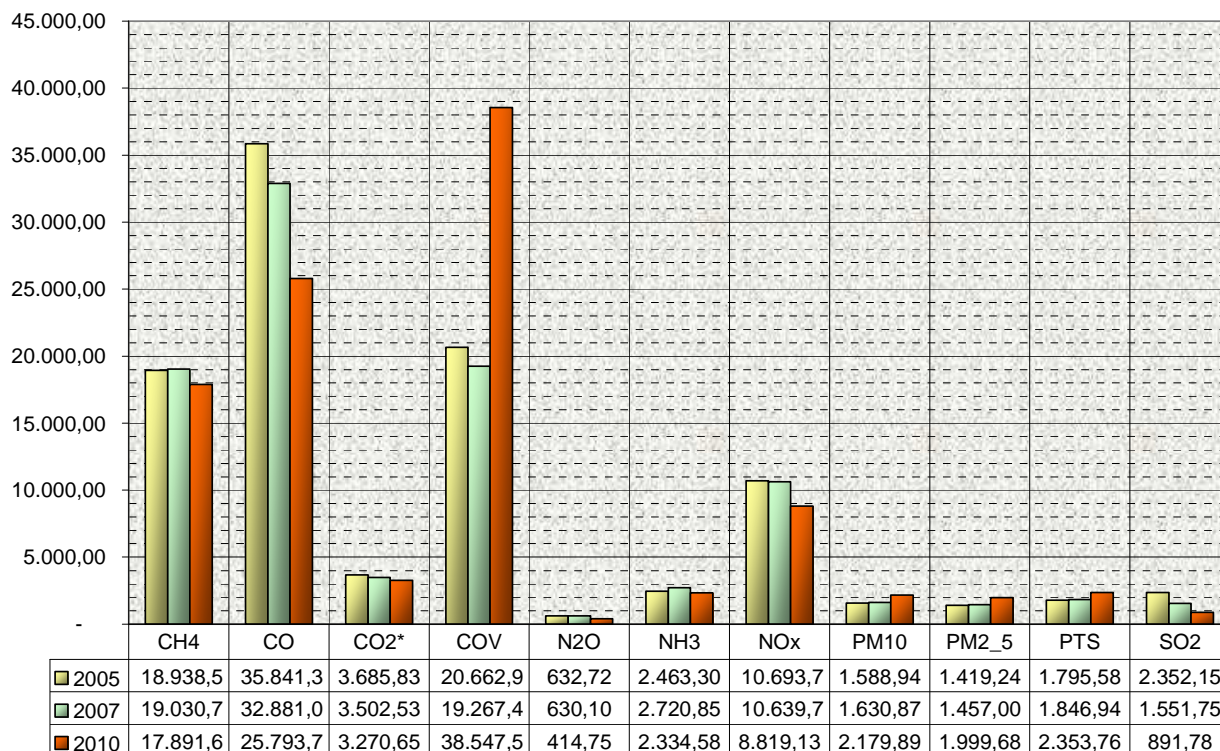
Tutte queste variazioni rendono più complesso il confronto delle emissioni totali nei vari anni, per questo nei paragrafi successivi si è condotto un confronto approfondito per ogni Macrosettore dando rilevanza alle caratteristiche peculiari di ogni attività ed inquinante.

Bisogna inoltre ricordare che gli inventari 2005 e 2007 presentano tra loro poche differenze perché le metodologie ed i fattori di emissione rimangono costanti per entrambi gli anni mentre cambiano solo gli indicatori di attività.

In Figura 40 si confrontano le emissioni totali dei macroinquinanti nei tre inventari: si osserva che la maggior parte delle emissioni dei vari inquinanti diminuiscono rispetto agli inventari precedenti, con CO che cala fortemente soprattutto a causa della riduzione delle emissioni legate al trasporto (Macrosettore 07).

Sempre dalla stessa figura si nota un aumento delle polveri, dovuto all'aumento delle emissioni associate alla combustione di legna del Macrosettore 02. Inoltre rispetto agli inventari precedenti è presente un notevole aumento di COV derivante soprattutto dall'aumento delle emissioni da Macrosettore 10 ed 11 conseguentemente all'aggiornamento della metodologia del Modulo Biogeniche.

¹⁵ Per sopperire a tale problema nella prossima versione del sistema INEMAR, la versione 7, sarà inserito anche un modulo denominato "Modulo Ricalcolo", che permette il ricalcolo delle emissioni di inventari precedenti a posteriori. Tale approccio si basa sul confronto dei valori di emissione, degli *implied emission factors* e degli indicatori.



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 40 - Emissioni provinciali stimate dei macroinquinanti per gli anni 2005, 2007 e 2010 (t)

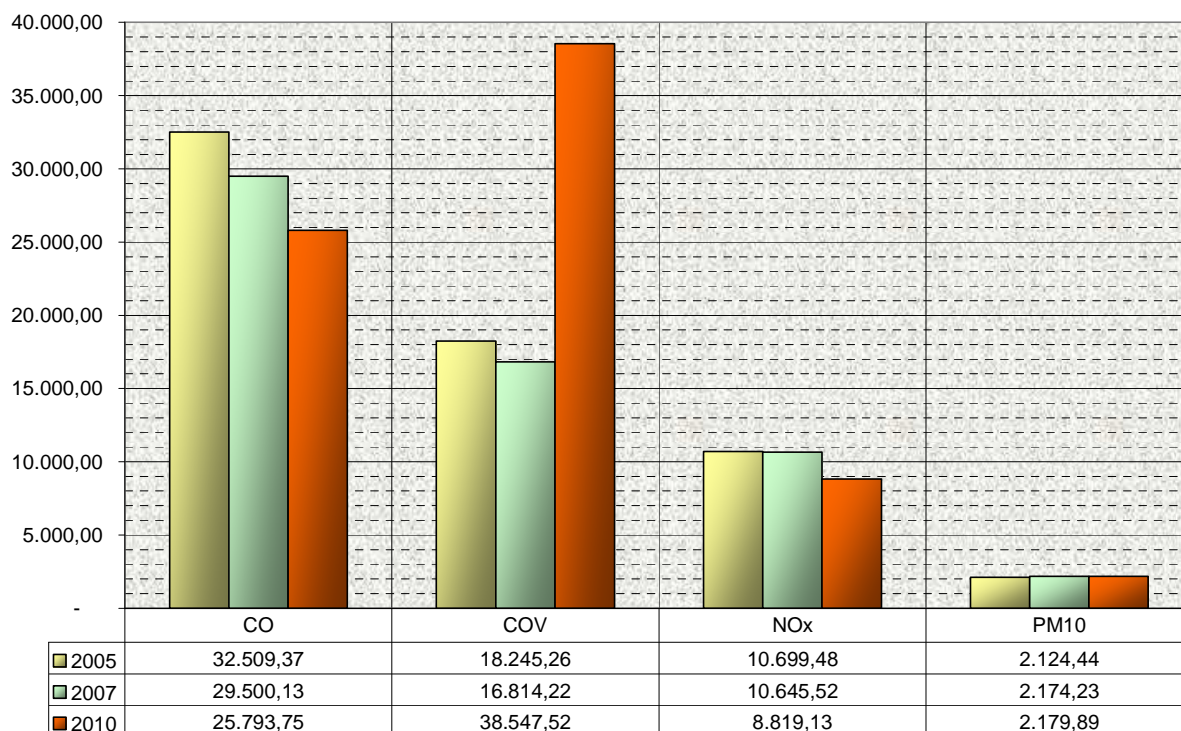
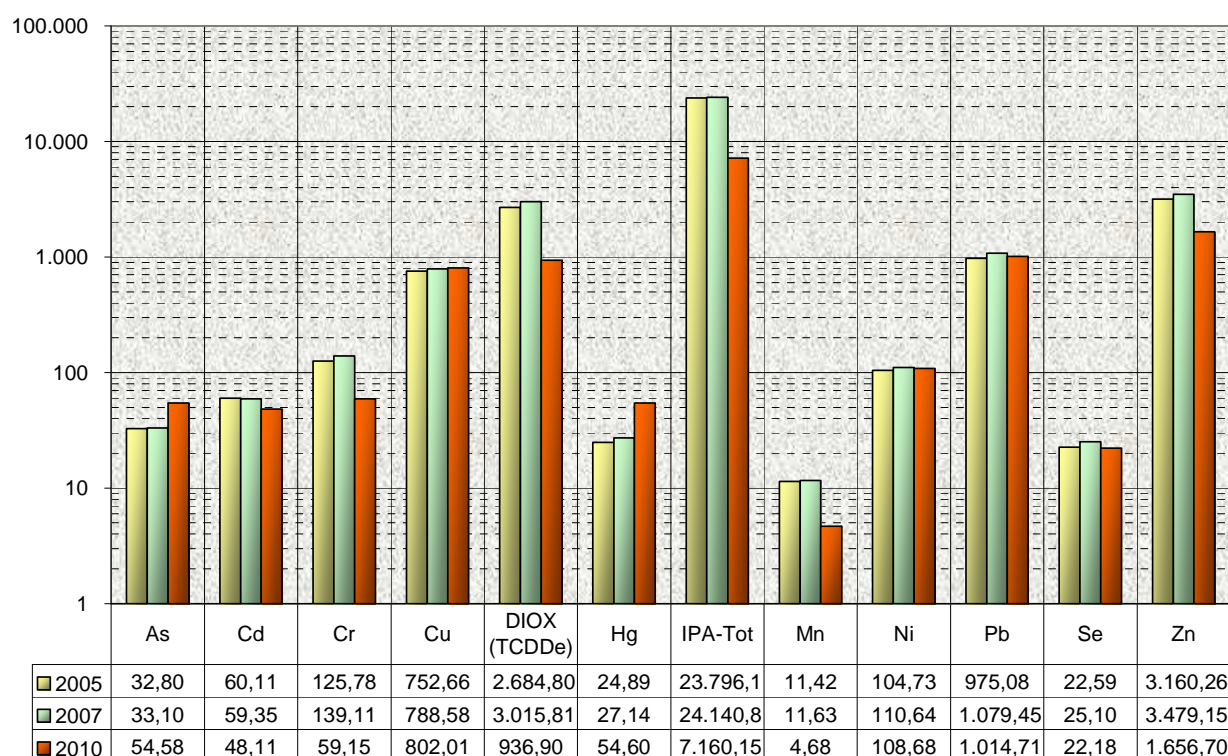


Figura 41 – Emissioni provinciali stimate di CO, COV, NO_x e PM10 per gli anni 2005, 2007 ricalcolate dopo l'aggiornamento dei fattori di emissione della combustione di legna residenziale e confronto con le emissioni dell'anno 2010 (t)

In Figura 41 sono presentate le stime delle emissioni totali di alcuni macroinquinanti (CO, COV, NO_x e PM10) con l'aggiornamento con i Fattori di Emissione di INEMAR6 delle emissioni da riscaldamento residenziale a legna. Dal confronto con la Figura 40 si osserva una diminuzione di circa 10% per CO e COV tra le stime 2005 e 2007 originali e quelle ricalcolate, NO_x rimane sostanzialmente invariato, mentre PM10 aumenta di circa 30% arrivando ad essere molto simile al valore stimato nel 2010. Tali risultati sono analizzati con più dettaglio nel Paragrafo 5.2.1.

In Figura 42 si confrontano le emissioni totali dei microinquinanti nei tre inventari: si osserva un calo rilevante di tutte le emissioni a parte l'Arsenico ed il Mercurio che aumentano soprattutto a causa del Macrosettore 03.



* Le emissioni di PCDD/F sono espresse in mg

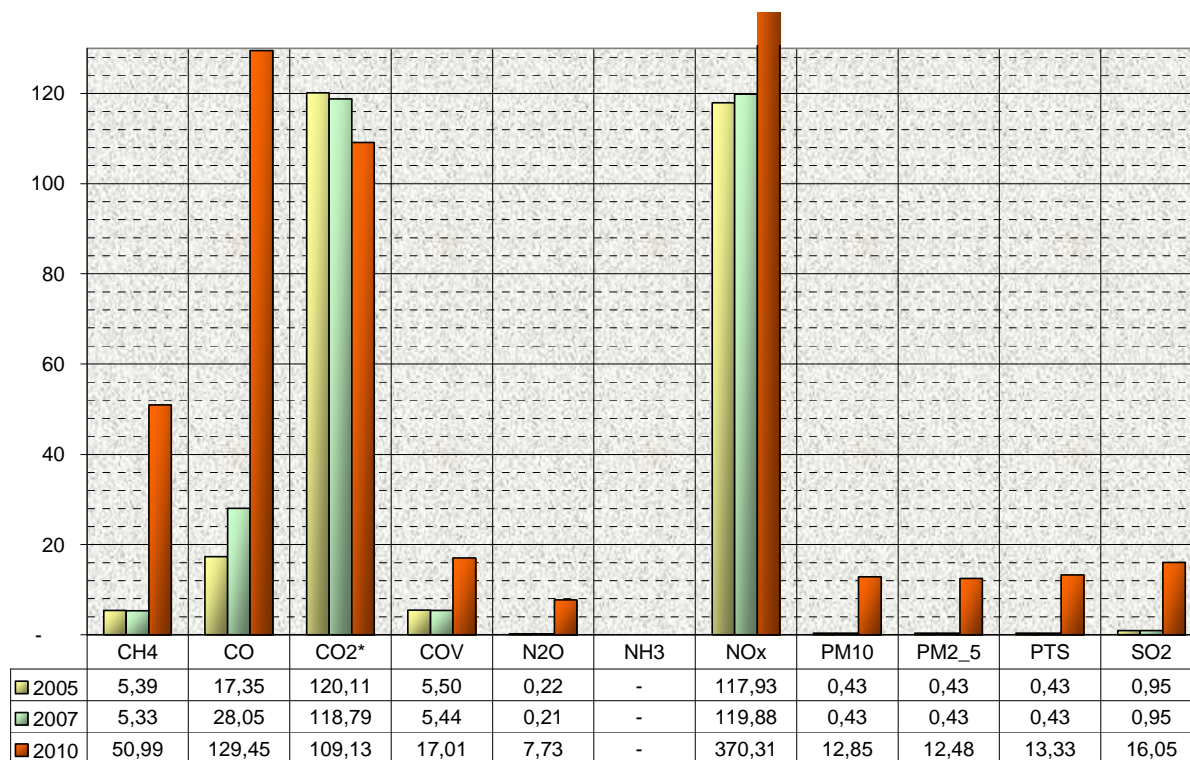
Figura 42 - Emissioni provinciali dei microinquinanti stimate per gli anni 2005, 2007 e 2010 (kg)

5.1 Macrosettore 01: Produzione energia e trasformazione combustibili

Nel presente inventario è stata riorganizzata la suddivisione delle attività di combustione del Modulo Puntuali che coinvolgono i primi tre Macrosettori. In particolare alcune ditte hanno separato in due ragioni sociali differenti gli impianti del processo produttivo e la parte di produzione di energia, come illustrato in Allegato 8.2. Tale modifica comporta una variazione nella classificazione delle ditte all'interno dei Macrosettori 01 e 03.

La fase di raccolta dati delle singole ditte che rientrano nel Modulo Puntuali è stata più approfondita e precisa rispetto agli inventari precedenti, questo grazie al lavoro condotto dal personale dell'Agenzia Provinciale per l'Ambiente, e quindi si ritiene che le stime delle emissioni abbiano raggiunto un livello di dettaglio molto alto; inoltre il numero di impianti considerati è aumentato negli anni passando da 30 e 33 degli anni 2005 e 2007 a 53 dell'anno 2010.

Le fonti riconducibili a questo Macrosettore sono undici aziende catalogate come sorgenti puntuali, per maggiori dettagli vedere elenco Allegato 8.2, e l'attività da loro svolte rientrano nel settore 01.02 - *Teleriscaldamento* che comporta la combustione di metano, olio combustibile, gasolio e legna e similari. Inoltre le attività si differenziano in base alle macchine termiche in: 01.02.03 - *Caldaie con potenza termica < 50 MW*, 01.02.04 - *Turbine a gas*, 01.02.05 - *Motori a combustione interna* (Figura 43).



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 43 - Emissioni relative al Macrosettore 1: Produzione energia e trasformazione combustibili (t)

In generale si ha un aumento delle emissioni di tutti i macroinquinanti tranne che per CO₂ dove si registra un leggero calo che conferma la tendenza degli inventari precedenti. Per l'anno 2010 il 98% delle emissioni di CO₂ del primo Macrosettore deriva dalla combustione del metano nei tre tipi di macchine termiche. Si ricorda che, come spiegato nel Paragrafo 1.2.1 il contributo derivante dalla combustione della biomassa non viene conteggiato come anidride carbonica, ma come CO₂ lorda.

Per gli inquinanti CO, NO_x e PM10 il contributo emissivo deriva quasi interamente da misure effettuate al camino, quindi dal modulo Emissioni Puntuali Misurate, e costituiscono rispettivamente il 95%, 96% e 95% di queste sostanze.

Misure in continuo di CO ed NO_x vengono eseguite sui camini delle ditte Alto Garda Power, Dolomiti Tecnofin, Dolomiti Area dove sono presenti macchine termiche che bruciano metano. In generale il dato derivante dalle misure in continuo è considerato più affidabile rispetto alle dichiarazioni degli autonomi controlli e alle stime tramite fattori di emissione.

In generale le emissioni misurate nel Macrosettore 01 relative alla combustione di metano rappresentano quindi il 79% per il CO e il 70% per NO_x, mentre le emissioni misurate relative alla combustione di legna sono il 15% per il CO e il 23% per NO_x.

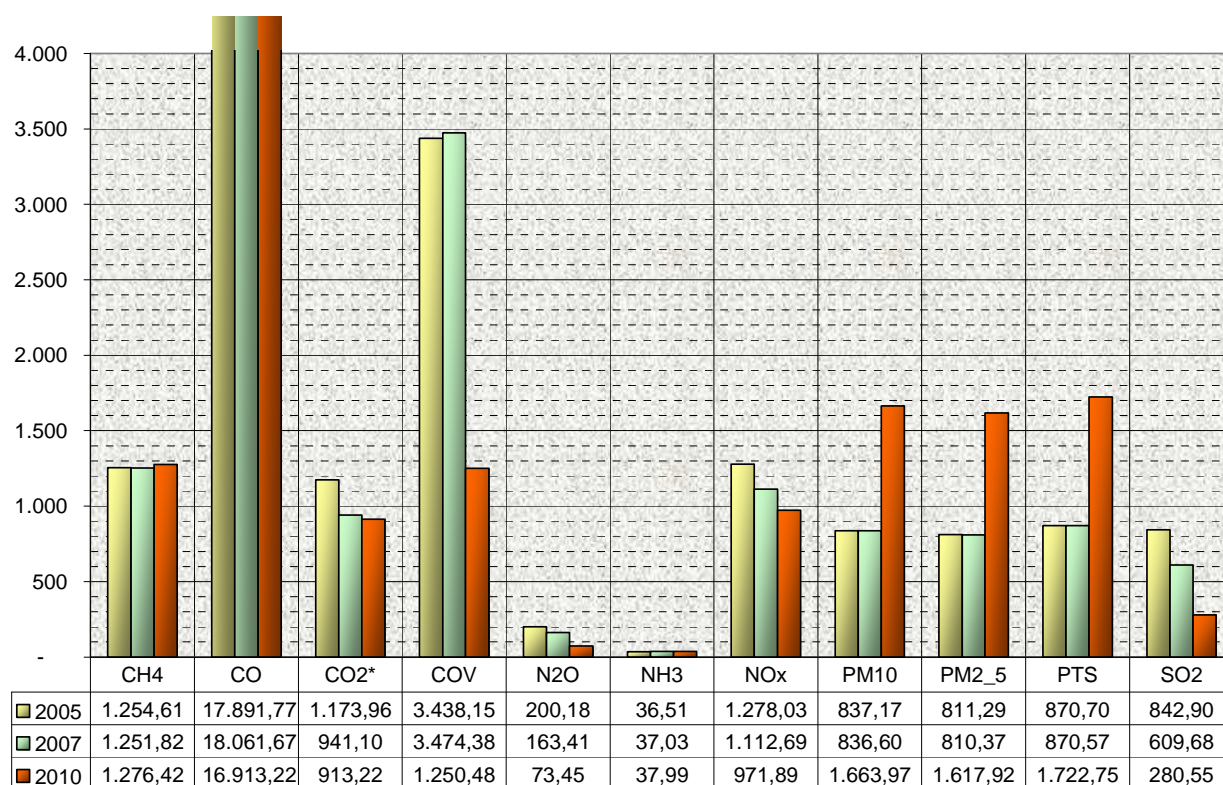
Le emissioni di CH₄ e N₂O sono derivanti al 100% dal Modulo Puntuali Stimate ed i COV per il 95%. Il metano (CH₄) viene prodotto per il 32% dall'attività 01.02.03 a legna e similari e per il 60% dall'attività 01.02.05 a metano. Il protossido di azoto (N₂O) viene prodotto per il 97% dall'attività 01.02.03 a legna e similari, mentre i composti organici (COV) si formano per il 80% dalla combustione di metano nei tre tipi di macchine termiche e per il 14% da legna e similari.

Le polveri (PM10) derivano per il 95% da misure effettuate al camino degli impianti: sono originate principalmente dalla combustione di legna e similari e sono soprattutto emissioni misurate durante gli autonomi controlli (91% del totale).

Le emissioni di SO₂ derivano per il 40% da emissioni puntuali misurate di caldaie che bruciano olio combustibile e per il 56% da legna e similari.

5.2 Macrosettore 02: Combustione non industriale

Le principali fonti di emissione sono calcolate tramite il Modulo Diffuse e sono legate al riscaldamento civile residenziale e terziario. In particolar modo hanno un peso rilevante soprattutto gli impianti domestici residenziali a biomassa legnosa (Settore 02.02). In questo Macrosettore sono presenti anche attività del Modulo Puntuali, che si associano al riscaldamento civile terziario (ospedali e uffici).



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 44 - Emissioni relative al Macrosettore 2: Combustione non industriale (t)

Le fonti emissive principali per questo macrosettore sono le attività di riscaldamento civile derivate sia da fonti fossili che da fonti rinnovabili. In particolare per le fonti fossili prevalgono le attività di combustione di metano e gasolio in caldaie con potenza minore di 50 MW, attività 02.01.03 e 02.02.02. Mentre la combustione di legna ad uso residenziale rientra nelle attività che vanno da 02.02.06 al 02.02.11¹⁶; ed in particolar modo quelle che generano le maggiori emissioni sono: 02.02.07 - *Stufa tradizionale a legna* e 02.02.09 - *Stufa o caldaia innovativa*.

Per il 2010 si nota un calo della maggior parte dei macroinquinanti rispetto agli inventari degli anni 2005 e 2007. Tale calo risulta molto marcato per i COV. Al contrario le emissioni di CH₄ si attestano in leggera controtendenza mentre le emissioni di polveri registrano un evidente

¹⁶ 02.02.06 - Camino aperto tradizionale; 02.02.07 - Stufa tradizionale a legna; 02.02.08 - Camino chiuso o inserto; 02.02.09 - Stufa o caldaia innovativa; 02.02.10 - Stufa automatica a pellet o cippato o BAT legna; 02.02.11 - Sistema BAT a pellet.

aumento rispetto agli inventari precedenti. Nel Paragrafo 5.2.1, che segue, vengono illustrate con maggior dettaglio le cause di queste notevoli variazioni per gli inquinanti CO, COV, NO_x e PM10 rispetto agli inventari precedenti. Questo è attribuibile all'aggiornamento della metodologia di calcolo degli indicatori e dei fattori di emissione delle attività di combustione della legna.

Le emissioni di CH₄ e CO sono rispettivamente per 94% e 96% conseguenza della combustione di legna e similari nelle stufe domestiche. Il metano ha un leggero incremento rispetto al 2007 dovuto all'aumento degli indicatori di consumo di legna ad uso domestico.

Le emissioni degli inquinanti COV e N₂O sono derivanti rispettivamente per l'89% e 72% da combustione di legna e similari nelle stufe domestiche, ma per i COV si ha un calo del 63% rispetto le emissioni del 2007 conseguentemente all'aggiornamento dei fattori di emissione degli impianti a legna. N₂O nel 2010 cala del 54% a causa della riduzione dei fattori di emissione degli impianti a combustibile fossile (soprattutto metano e gasolio) come illustrato nel Paragrafo 1.3 e nell'Allegato 8.9.

Anche le emissioni di CO₂ dipendono principalmente dalle attività diffuse (per 99%) in particolare dal riscaldamento civile con combustibili fossili: 58% dal metano e 38% dal gasolio.

NH₃ deriva solamente dalla combustione della legna, e quindi dalle attività di riscaldamento domestico nel settore 02.02; solo per il 2% dai forni a legna delle pizzerie.

Gli ossidi di azoto (NO_x) derivano quasi totalmente da fonti diffuse: per 34% dal riscaldamento civile a metano, per 24% dal riscaldamento civile a gasolio e per 39% dal riscaldamento residenziale a legna e similari. Si riscontra una variazione delle emissioni rispetto agli inventari precedenti in quanto si ha una diminuzione del fattore di emissione del riscaldamento a metano, Allegato 8.9.

Anche per le polveri il contributo maggiore (95%) deriva dalla combustione della legna per il riscaldamento domestico, mentre il 3% deriva dai forni a legna delle pizzerie e 1% dal riscaldamento a gasolio. Rispetto agli inventari precedenti si ha un notevole aumento delle polveri stimate in parte dovuto all'aggiornamento dei fattori di emissione del riscaldamento domestico a legna (Paragrafo 1.3 e Allegato 8.9) ed in parte dovuto all'aggiornamento della metodologia di stima degli indicatori (Allegato 8.10); come illustrato nel Paragrafo seguente.

Infine SO₂ deriva per il 18% dal riscaldamento domestico a legna e per 78% dal riscaldamento civile a gasolio. Proprio quest'ultimo contributo si dimezza rispetto agli inventari precedenti in quanto si dimezza il Fattore di Emissione degli ossidi di zolfo, come illustrato nel Paragrafo 1.3 relativo ai fattori di emissione e nell'Allegato 8.9.

5.2.1 Ricalcolo Settore 02.02 – combustione legna ad uso domestico, per inventari 2005 e 2007 e confronto con 2010

L'evoluzione delle conoscenze nel campo delle emissioni dovute alla combustione di biomasse legnose ha portato ad una revisione dei fattori di emissione rispetto a quelli utilizzati per i precedenti inventari (sistema INEMAR5); per poter effettuare un confronto e valutare l'evoluzione delle emissioni nel tempo è necessario rivedere le stime effettuate per i precedenti inventari sulla base dei nuovi fattori di emissione.

Vengono quindi ricalcolate le emissioni di CO, COV, NO_x e PM10 imputabili alla combustione di biomassa legnosa in impianti residenziali per il Settore 02.02 con le attività comprese tra 02.02.06 e 02.02.11. Si mantengono invariati i valori degli indicatori degli inventari 2005 e 2007 mentre vengono utilizzati i fattori di emissione aggiornati alla versione INEMAR6, ossia gli stessi valori utilizzati nell'inventario 2010.

Il risultato di tale ricalcolo viene presentato sotto forma grafica in Figura 45. Utilizzando i fattori di emissione aggiornati si possono osservare con maggior chiarezza le differenze imputabili alle variazioni metodologiche di stima degli indicatori, come descritto in Allegato 8.10.

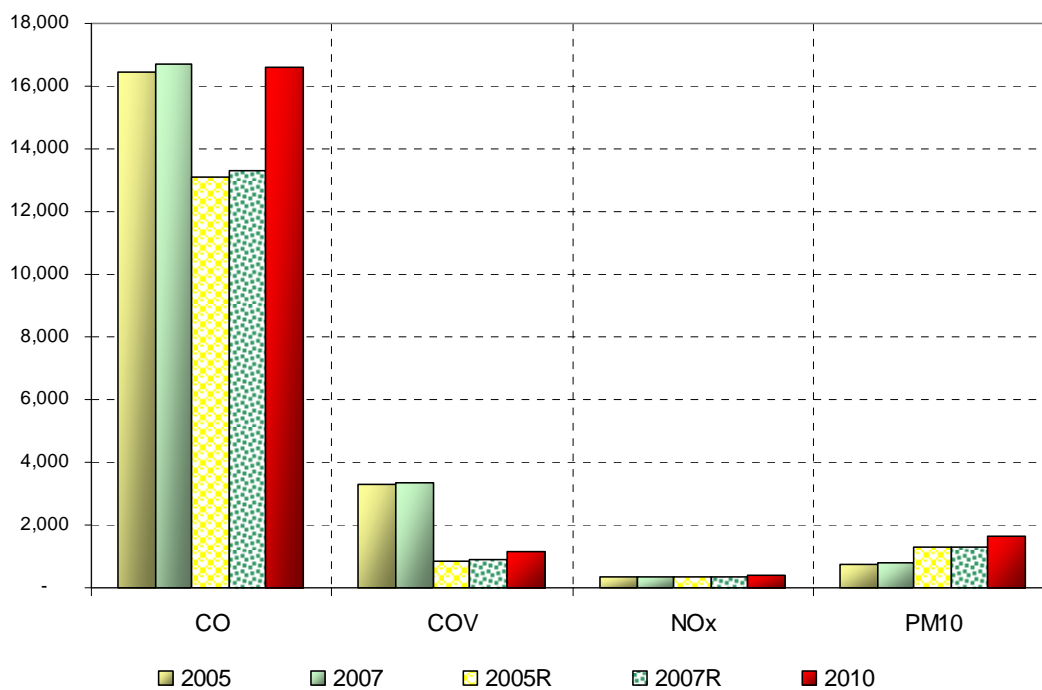


Figura 45 - Emissioni dei principali macroinquinanti (CO, COV, NO_x, PM10) per le attività di riscaldamento residenziale a legna. Confronto tra: inventari 2005 e 2007 (versione INEMAR5); inventari ricalcolati 2005R e 2007R (utilizzando i Fattori di Emissione della versione INEMAR6); inventario 2010 (versione INEMAR6)

In Tabella 21 sono presentati i confronti tra le differenze percentuali delle emissioni ricalcolate per i precedenti inventari e le emissioni stimate per l’inventario 2010.

Tabella 21 - Differenze percentuali (E) tra le emissioni degli inventari ricalcolati (rispettivamente 2005R e 2007R) e l’inventario 2010

	$E_{(2010 - 2007R)}$	$E_{(2010 - 2005R)}$
CO	+ 25%	+ 26%
COV	+ 30 %	+ 32%
NO _x	+ 8%	+ 10%
PM10	+ 23%	+ 25%

Si osserva che le emissioni dell’inventario 2010 rispetto agli inventari 2005 e 2007 risultano maggiori per tutti gli inquinanti. Questo è dovuto ad un aumento del quantitativo totale di legna bruciata in provincia¹⁷ e soprattutto ad una diversa suddivisione tra le tipologie di sistemi di combustione; tali variazioni sono dovute in parte all’aggiornamento dei dati mediante la nuova indagine Realizzata dal Servizio Statistica della Provincia Autonoma di Trento (vedi Paragrafo 8.10). Infatti cresce il consumo di legna bruciata in stufe che hanno associati alti fattori di

¹⁷ Nel 2010 il quantitativo totale di legna bruciata in impianti residenziali è stato stimato pari a 3.736.694 GJ/anno, mentre per il 2007 era di 3.566.932 GJ/anno; ossia inferiore del 5%, mentre tra il 2005 e il 2007 la variazione è stata circa dell’1% (3.515.336 GJ per l’anno 2005).

emissione (attività 02.02.07 e 02.02.09) rispetto alle suddivisioni degli inventari precedenti come illustrato in Allegato 8.10.3.

In Tabella 22 sono riportate le differenze percentuali tra le emissioni originali e quelle ricalcolate per gli inventario 2005 e 2007. Tali differenze sono dovute solamente all'aggiornamento dei fattori di emissione all'ultima versione (INEMAR6).

Tabella 22 - Differenze percentuali (E) tra le stime delle emissioni degli inventari ricalcolati (rispettivamente 2005R e 2007R) e degli inventari originali

	$E_{(2005R-2005)}$	$E_{(2007R-2007)}$
CO	-20%	-20%
COV	-74%	-74%
NO _x	2%	2%
PM10	70%	70%

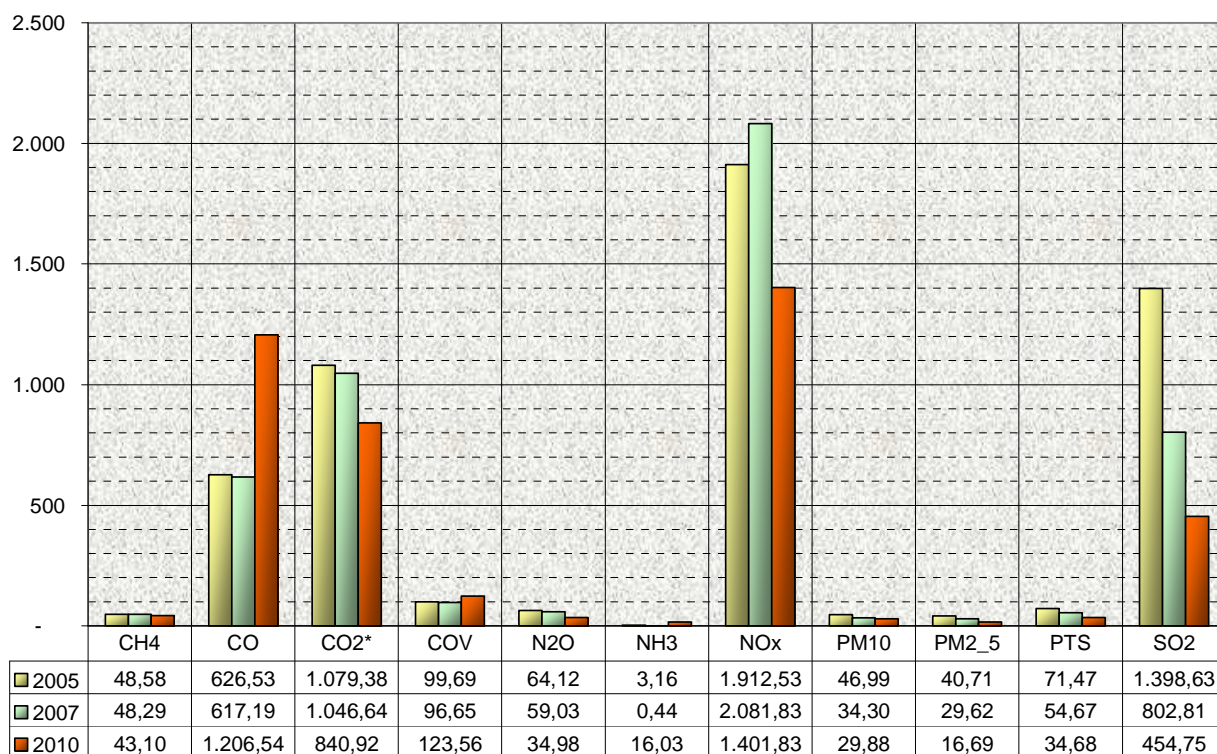
Infine vengono introdotte per l'inventario 2007 le emissioni imputabili alla combustione della legna per uso domestico e ricalcolate con i Fattori di Emissione relativi ad INEMAR6, mantenendo costanti le emissioni di tutti gli altri macrosettori. In Tabella 23 si osserva come le emissioni percentuali del Macrosettore 02 variano rispetto al totale provinciale, si ha un forte calo delle emissioni di COV ed un sensibile aumento delle emissioni di polveri.

Tabella 23 - Confronto tra i contributi percentuali dell'inventario dell'anno 2007 degli undici Macrosettori attribuendo al Macrosettore 02 rispettivamente i valori originali e quelli ricalcolati

Macrosettore	2007				2007R			
	CO	COV	NO _x	PM10	CO	COV	NO _x	PM10
01 Produzione energia e trasformazione combustibili	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%
02 Combustione non industriale	55%	18%	10%	51%	50%	6%	11%	63%
03 Combustione nell'industria	2%	1%	20%	2%	2%	1%	20%	2%
04 Processi produttivi	1%	1%	1%	3%	1%	2%	1%	2%
05 Estrazione e distribuzione combustibili	0%	2%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
06 Uso di solventi	0%	10%	0%	0%	0%	11%	0%	0%
07 Trasporto su strada	36%	11%	51%	23%	40%	13%	51%	17%
08 Altre sorgenti mobili e macchinari	3%	2%	16%	15%	4%	2%	16%	11%
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0%	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%
10 Agricoltura	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%
11 Altre sorgenti e assorbimenti	3%	54%	0%	4%	3%	62%	0%	3%

5.3 Macrosettore 03: Combustione nell'industria

Nel Macrosettore 03 si considerano le emissioni relative alla combustione nel settore industriale che include le sorgenti sia puntuali che diffuse. Nel primo caso si fa riferimento alle sorgenti descritte in Allegato 8.2, mentre le sorgenti industriale diffuse derivano dalla distribuzione tra i comuni dei consumi di combustibile metano non computati nelle puntuali nell'attività 3.1.3 - *Combustione nelle caldaie con potenza termica <50 MW*, Allegato 8.8. Altre attività rilevanti individuate in provincia e catalogate come sorgenti puntuali sono la produzione di cemento, di agglomerati bituminosi e l'industria cartiera.



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 46 - Emissioni relative al Macrosettore 3: Combustione nell'industria (t)

Le emissioni di CO, COV, NH₃ nel 2010 crescono, mentre tutti gli altri inquinanti calano.

L'inquinante CH₄ deriva soprattutto dalle emissioni calcolate con il Modulo Puntuali stimate (93%). In particolare sono generate dalla combustione in impianti che bruciano metano: per 38% da 03.01.04 - *Turbine a gas* e per 18% da 03.01.05 - *Motori a combustione interna*. Inoltre un contributo sensibile è dato dal combustibile fossile solido, ossia 21% da 03.03.11 - *Cemento a petcoke* e da 03.01.03 - *Caldaie con potenza termica < 50 MW a carbone*. Il restante 7% è generato sempre dalle caldaie industriali a metano (03.01.03) ma calcolate dal Modulo Diffuse come contributo esteso sul territorio.

CO deriva per il 96% da emissioni puntuali misurate, e quindi l'aumento rispetto agli inventari precedenti si può attribuire al maggior dettaglio raggiunto avendo inserito circa una ventina di ditte in più. In particolare il contributo maggiore deriva dall'attività 03.03.11 -

cemento a petcoke 49% dove si hanno le emissioni derivati dal Modulo Puntuali misurate¹⁸, e dall'attività *03.03.13 - Agglomerati bituminosi* (senza combustibile) 16% del totale.

La CO₂ deriva per il 76% dal settore *03.01* ed in particolare il 43% dalla attività *03.01.04* associata a grossi impianti¹⁹. Inoltre il 21% deriva dal contributo industriale diffuso (*03.01.03*) e il 12% di CO₂ deriva dalle emissioni puntuali stimate dall'attività *03.03.11* a petcoke.

I COV per il 79% sono stimati tramite i fattori ossia tramite il Modulo Puntuali Stimate ed in particolare le attività principali sono: caldaie *03.01.03* a legna per il 19%, turbine *03.01.04* a metano per il 13%, cementifici *03.03.11* a petcoke per il 13% e bitumifici *03.03.13* per il 27%. Anche qui il leggero aumento rispetto agli anni precedenti si può attribuire al maggior dettaglio dei dati a disposizione.

Anche N₂O è generato maggiormente dal Modulo Puntuali stimate (97%) ed in particolare per il 56% da *03.01.04* a metano ed il 27% da *03.03.11* a petcoke.

L'inquinante NH₃ deriva per il 97% dalle emissioni puntuali misurate ed in particolare dall'attività *03.03.11* e, come per il CO, l'aumento si attribuisce al maggior dettaglio dei dati delle emissioni Puntuali.

L'inquinante NO_x per il 14% deriva da emissioni industriali diffuse (*03.01.03*) a metano, mentre 85% deriva da emissioni Puntuali Misurate con prevalenza (55%) dall'attività *03.03.11* a petcoke, per il 9% da *03.03.15 - Contenitori di vetro* e per il 7% da *03.01.04* turbine a metano. In generale si osserva un calo sia nelle puntuali misurate sia in quelle stimate, che comportano una riduzione delle emissioni di NO_x per questo Macrosettore.

Per quanto riguarda le emissioni di PM₁₀ le sorgenti principali sono associate al Modulo Puntuali misurate (95%) di cui i principali contributi sono: 64% da *03.03.19 - Laterizi e piastrelle*, 10% da *03.03.13*, 6% da *03.03.11* a petcoke e 5% da *03.03.21 Industria cartiera (processi di essiccazione)*. Si sottolinea che le emissioni di polveri per il Macrosettore *03* sono molto ridotte rispetto alle emissioni totali dell'anno 2010.

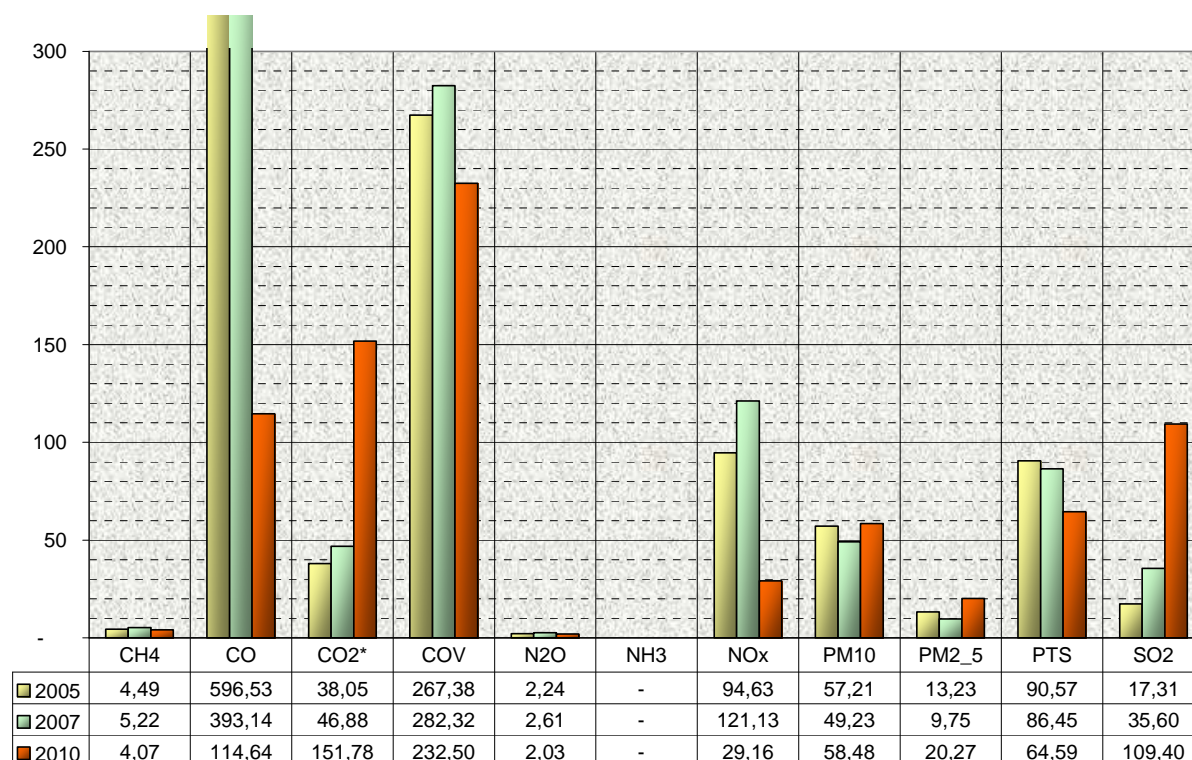
L'inquinante SO₂ deriva per il 93% dalle puntuali misurate del Settore *03.03*, ed in particolare dall'attività *03.03.11* a petcoke per il 70% e dall'attività *03.03.15* a metano per il 14%. La diminuzione rispetto all'anno 2007 è dovuta al fatto che le emissioni di SO₂ derivanti dall'industriale diffuso, ossia caldaie *03.01.03* ad olio combustibile, passano da 395 t/anno per il 2007 a zero nel 2010. Questo perché negli anni l'uso dell'olio è andato diminuendo molto, e ciò si evince anche dal Bollettino Petrolifero [MSE 2010] dove le vendite di olio combustibile dichiarate per il Trentino (5.825 t) sono addirittura inferiori ai quantitativi dichiarati come bruciati dalle ditte puntuali (6.865 t), che quindi si riforniscono del combustibile anche fuori provincia. Questo è confermato anche dal trend di forte diminuzione tra gli anni 2005 - 2007 - 2010.

¹⁸ Ditte con tale attività e combustibile sono: Italcementi e Buzzi Unicem, che per l'inventario 2010 presentano per l'attività *03.03.11* a petcoke emissioni di CO pari a 586 t/anno dal modulo Puntuali Misurate, mentre nel 2007 e 2005 erano state stimate con i fattori di emissione di INEMAR ed erano rispettivamente 35,5 e 34,33 t/anno. Questo è uno dei principali fattori che determina l'aumento di emissioni di CO per il Macrosettore *03* rispetto agli inventari precedenti.

¹⁹ Alto Garda Power, Aquafil Spa, Cartiere Villalagarina spa, Condino Energia srl, Fedrigoni Cartiere - Arco.

5.4 Macrosettore 04: Processi produttivi

Nel Macrosettore 04 sono incluse le emissioni derivanti sia da sorgenti puntuali, legate a processi produzione di acciaio e cemento (*Settore 04.02*), di lavorazione di metalli (*Settore 04.03*), di industrie chimiche e delle cartiere (*Settore 04.05*), sia da sorgenti puntuali che diffuse del *Settore 04.06* che spaziano dalla produzione di pane, vino e alcolici, alla pavimentazione stradale con asfalto e all'estrazione di materiali dalle cave. Il confronto tra le emissioni dell'inventario 2010 ed i due precedenti per il Macrosettore 04 sono riportate in Figura 47.



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 47 - Emissioni relative al Macrosettore 4: Processi produttivi (t)

In generale le emissioni del 2010 calano rispetto agli anni precedenti, con l'eccezione di CO₂, PM10 e SO₂.

Il metano (CH₄) associato a questo Macrosettore è molto ridotto e deriva solamente dall'attività 04.02.07 - Acciaio (*forno elettrico*) nello specifico dal Modulo Puntuali stimate.

Il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto hanno un andamento molto simile: presentano un calo notevole rispetto agli inventari precedenti (ad esempio 71% CO e 76% NO_x rispetto al 2007). Inoltre tali inquinanti hanno le stesse fonti emissive: derivano da misure in continuo del camino dell'acciaieria, attività 04.02.07 (90% per CO e 83% per NO_x), e da misure annuali dei camini delle macchine in continuo per la produzione della carta, attività 04.06.02 (10% per CO e 17% per NO_x).

Per quanto riguarda le emissioni legate alle attività dell'acciaieria bisogna sottolineare che nel presente inventario è stata aggiornata la metodologia di attribuzione delle emissioni alle specifiche attività, ed in particolare si sono scorporati i contributi derivanti al processo di

riscaldamento, Macrosettore 03, da quelli del processo fusorio, Macrosettore 04. Mentre per gli inventari 2005 e 2007 tutte le emissioni erano attribuite al solo Macrosettore 04 (per maggiori dettagli vedere Allegato 8.2.4). Per questo motivo si osserva una riduzione marcata delle emissioni di CO ed NO_x per l'attività 04.02.07²⁰.

Anche le fonti emissive dell'anidride carbonica (CO₂) e degli ossidi di zolfo (SO₂) sono comuni e in particolare sono le emissioni calcolate con il Modulo Puntuali stimate legate al processo di decarbonatazione del cemento (04.06.12) per il 97% CO₂ e per 77% SO₂; quindi dalle aziende Buzzi Unicem e Italcementi. Risulta che nel 2010 si verifica un aumento della CO₂ rispetto agli inventari 2005 e 2007 per due motivi: il primo, come già accennato²¹, riguarda la diversa suddivisione delle attività interne ai cementifici nei due Macrosettori; il secondo riguarda proprio un aumento del numero di stabilimenti di produzione del cemento considerati all'interno dell'inventario 2010²² e di conseguenza un aumento delle emissioni di inquinanti in atmosfera. Le emissioni di SO₂ sono composte per il 23% da puntuali misurate di 04.02.07.

I COV derivano per l'85% dalle sorgenti diffuse, in particolare per il 62% dalla produzione di pane (04.06.05) e per il 19% dall'asfaltatura delle strade (04.06.11). Si sottolinea come l'indicatore di queste due attività diffuse si sia ridotto significativamente rispetto al 2007 in seguito alle nuove ipotesi adottate per il presente inventario (vedi Paragrafo 3.4).

L'inquinante N₂O è generato solamente dalla stima delle emissioni dell'acciaieria, attività 04.02.07.

Le polveri (PM10) derivano per il 63% dalle emissioni diffuse: dall'asfaltatura delle strade (04.06.11) ma soprattutto dall'estrazione di materiali da cava (04.06.16). Le restanti emissioni derivano da Puntuali Misurate, ed in particolare dal processo di produzione della carta (04.06.02) 22%. Per i PM10 e PM2.5 si ha un aumento delle emissioni perché nella versione INEMAR6 si sono cambiate le distribuzioni delle polveri all'interno del Modulo Polveri Fini.

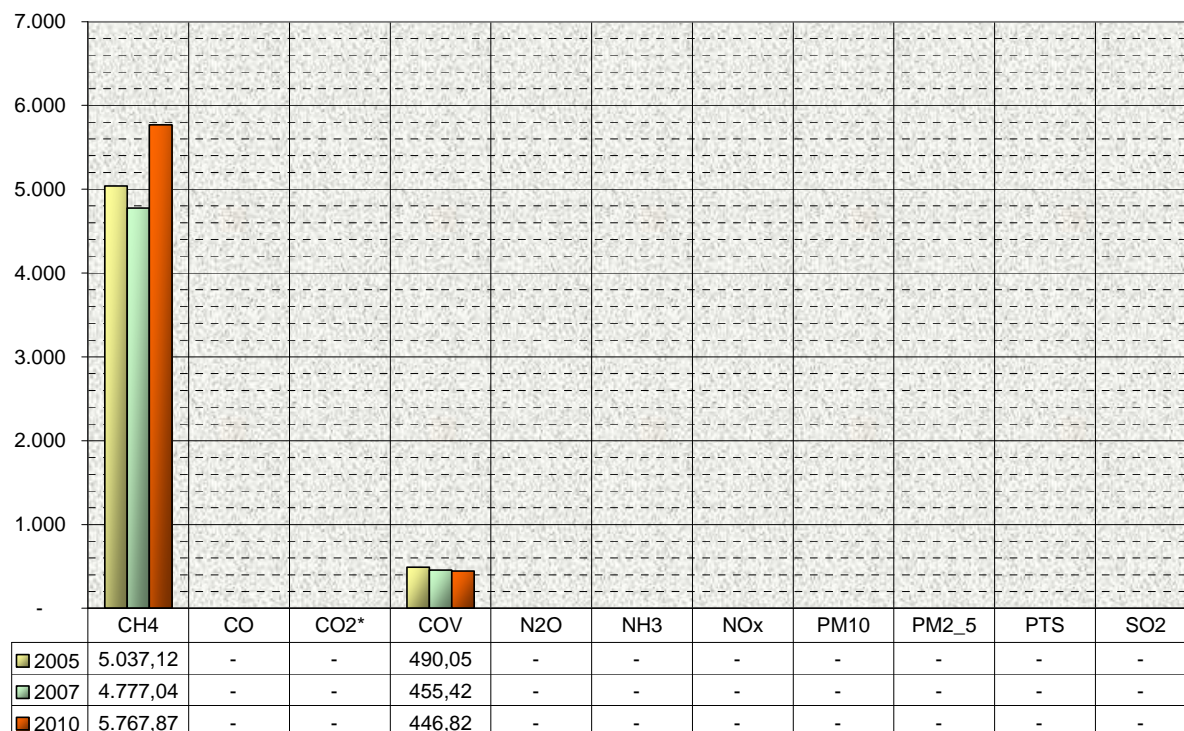
²⁰ Se si utilizzasse la metodologia di attribuzione usata per l'inventario 2007, ossia si attribuissero le emissioni solo all'attività 04.02.07, il valore delle emissioni di CO ed NO_x calerebbero rispettivamente del 19% e 22%.

²¹ Come già descritto nei Paragrafi 3.3 e 3.4 il processo produttivo del cemento in INEMAR viene scomposto in due attività diverse: 03.03.11 (processo di cottura con emissioni da combustione) e 04.06.12 (processo di calcinazione, emissione da decarbonatazione).

²² Nell'inventario 2007 per l'attività 04.06.12 - cemento decarbonatazione era presente solo la ditta Misconel, e l'indicatore era più piccolo dell'86% rispetto a quello utilizzato nel 2010, dove sono presenti le ditte Buzzi Unicem ed Italcementi.

5.5 Macrosettore 05: Estrazione e distribuzione di combustibili

Il Macrosettore 05 raccoglie le emissioni evaporative che derivano dai settori della distribuzione di combustibili per autoveicoli e dalle reti di distribuzione di gas metano (Figura 48).



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 48 - Emissioni relative al Macrosettore 5: Estrazione e distribuzione di combustibili (t)

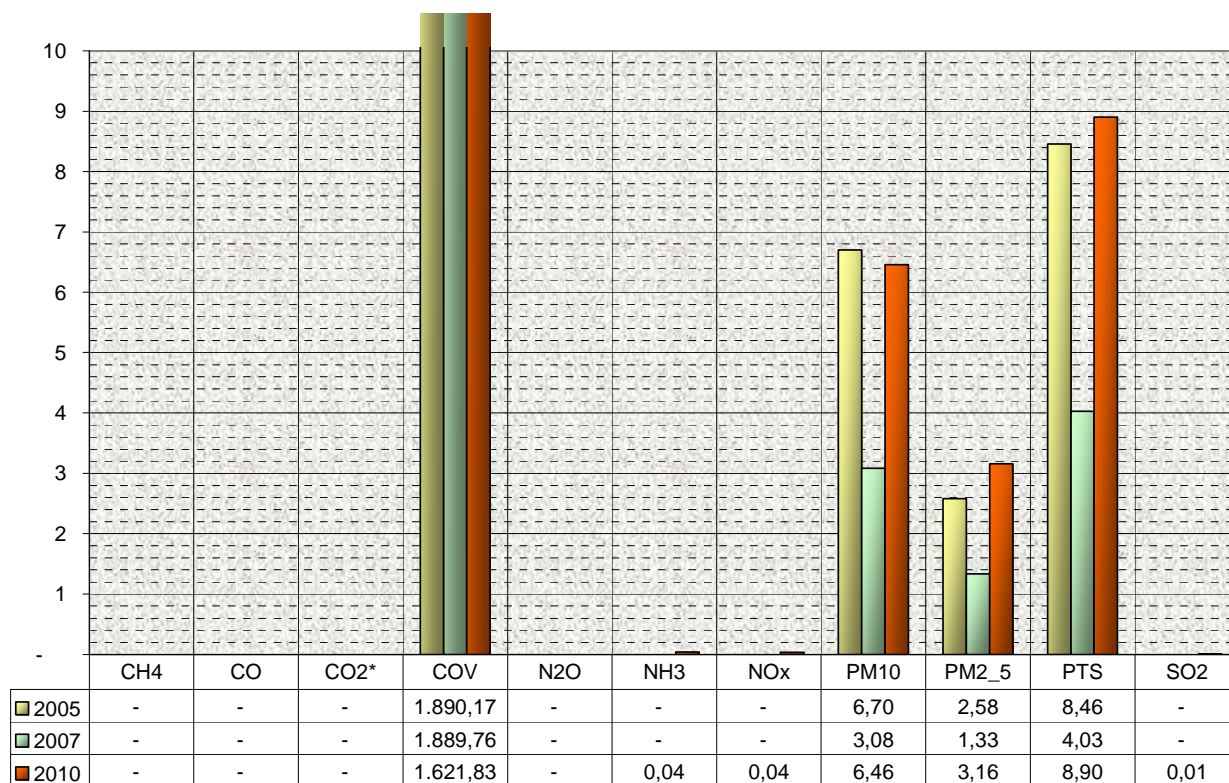
I macroinquinanti considerati nelle attività del Macrosettore 05 sono COV e CH₄; le emissioni di CH₄ risultano aumentare del 21% mentre COV diminuiscono del 2%.

Il metano disperso nell'ambiente dipende per il 96% dall'attività, considerata come diffusa, 05.06.03 - Reti di distribuzione di gas. In questo caso l'indicatore di attività aumenta del 21% proprio perché aumentano le vendite di carburante in provincia.

Le emissioni di COV sono legate sia all'attività 05.05.03 - Distribuzioni di benzine - Stazioni di servizio per il 59%, sia alla 05.06.03 per il 40%, per la prima l'indicatore per l'anno 2010 cala mentre per la seconda attività l'indicatore cresce e tali variazioni si compensano.

5.6 Macrosettore 06: Uso di solventi

Il principale macroinquinante per il Macrosettore 06 sono i COV, emessi in quantità rilevanti durante attività di verniciatura, uso di solventi domestici e durante processi produttivi che utilizzano solventi, sgrassanti o vernici. Le emissioni provengono sia da sorgenti puntuali sia da sorgenti diffuse (Figura 49).



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 49 - Emissioni relative al Macrosettore 6: Uso di solventi (t)

Le emissioni di COV hanno origine per 82% dal Modulo Diffuse ed in particolare dagli usi domestici: per il 59% dall'attività 06.04.08 - *Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)* e per il 17% da 06.01.04 - *Verniciatura uso domestico (eccetto 06.01.07)*. Il restante contributo emissivo del 19% di COV deriva da emissioni calcolate dal Modulo Puntuali misurate, di cui la principale attività è 06.03.05 - *Produzione e lavorazione della gomma* (11%), ossia dalle ditte Marangoni Gomma Srl e Novurania Spa.

Gli inventari precedenti (2005 e 2007) presentano la stessa metodologia e quindi i valori delle emissioni di COV variano poco, mentre per il presente inventario si osserva un calo delle emissioni di circa 14%.

Per quanto riguarda le emissioni di COV derivanti dal Modulo Diffuse si ha una riduzione di 169 t/anno delle attività rispetto al 2007, ed in particolare: 06.01.02 - *Verniciatura riparazione di autoveicoli* cala del 93% conseguentemente all'aggiornamento della

metodologia²³, *06.04.08 - Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)* cala solamente dell'8% ma essendo il principale contributo di COV risulta molto consistente²⁴. Sempre per le attività diffuse si ha un aumento del 500% rispetto al 2007 della attività *06.01.04 - Verniciatura uso domestico (eccetto 06.01.07)* legato al cambio di metodologia, ossia dovuto ad un consistente aumento dell'indicatore ma che è contenuto dalla riduzione del fattore di emissione (Allegato 8.9.4).

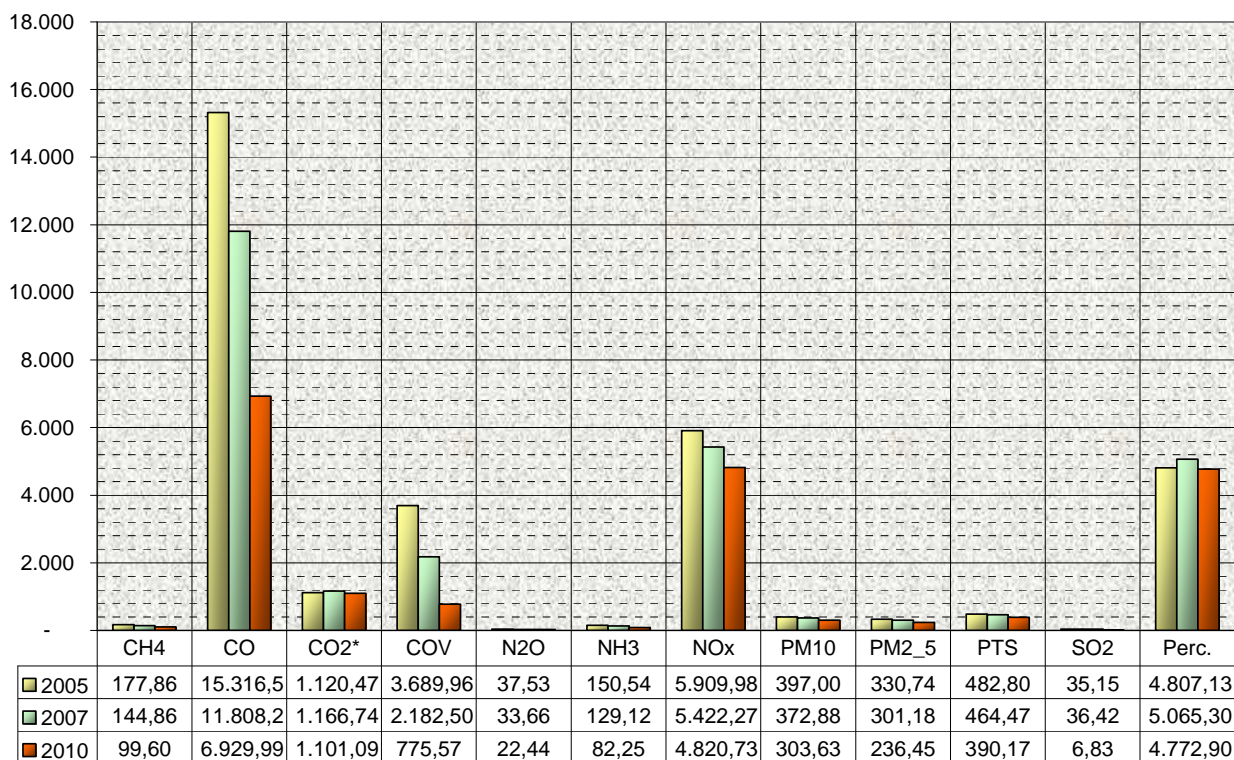
Per le emissioni di COV derivanti dalle ditte puntuali si ha una riduzione di 90 t/anno rispetto al 2007 che non è legata a cambi metodologici ma semplicemente alle dichiarazioni delle varie ditte che rientrano in questo Macrosettore e che rientrano nel Modulo Puntuali misurate.

Per quanto riguarda le polveri (PM10) derivano dal calcolo effettuato dal Modulo Puntuali Stimate, in particolar modo dalle attività *06.03.05* per il 43%, *06.03.02-Produzione/lavorazione di cloruro di polivinile* per il 14% e *06.03.14 - Altro (pannelli truciolari impregnazione carta ecc...)* per il 29%. NH₃ è generato dall'attività *06.04.03 - Industria della stampa* di stampa relativi ad una sola ditta, Ati Packaging srt, che effettua controlli annuali su tale inquinante. NO_x e SO₂ sono calcolati tramite il Modulo Puntuali stimate dell'attività *06.03.13 - Conciatura di pelli* della singola ditta Concerie della Vallarsa.

²³ Dallo studio APPA-TN 2012 il coefficiente per il calcolo dell'indicatore di attività passa da 128 kg solvente/addetto per il 2007 a 89 kg solvente/addetto per il 2010, ed anche la variabile proxy (numero addetti per comune) cala notevolmente.

²⁴ Per l'attività *06.04.08* pur avendo un aumento dell'indicatore popolazione, che passa da 502.478 a 529.457 abitanti, si ha una leggera riduzione del fattore di emissione che passa da 2006,2 g/abitante a 1810 g/abitante, che conseguentemente fa diminuire le emissioni di COV.

5.7 Macrosettore 07: Trasporto su strada



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 50 - Emissioni relative al Macrosettore 7: Trasporto su strada (t)

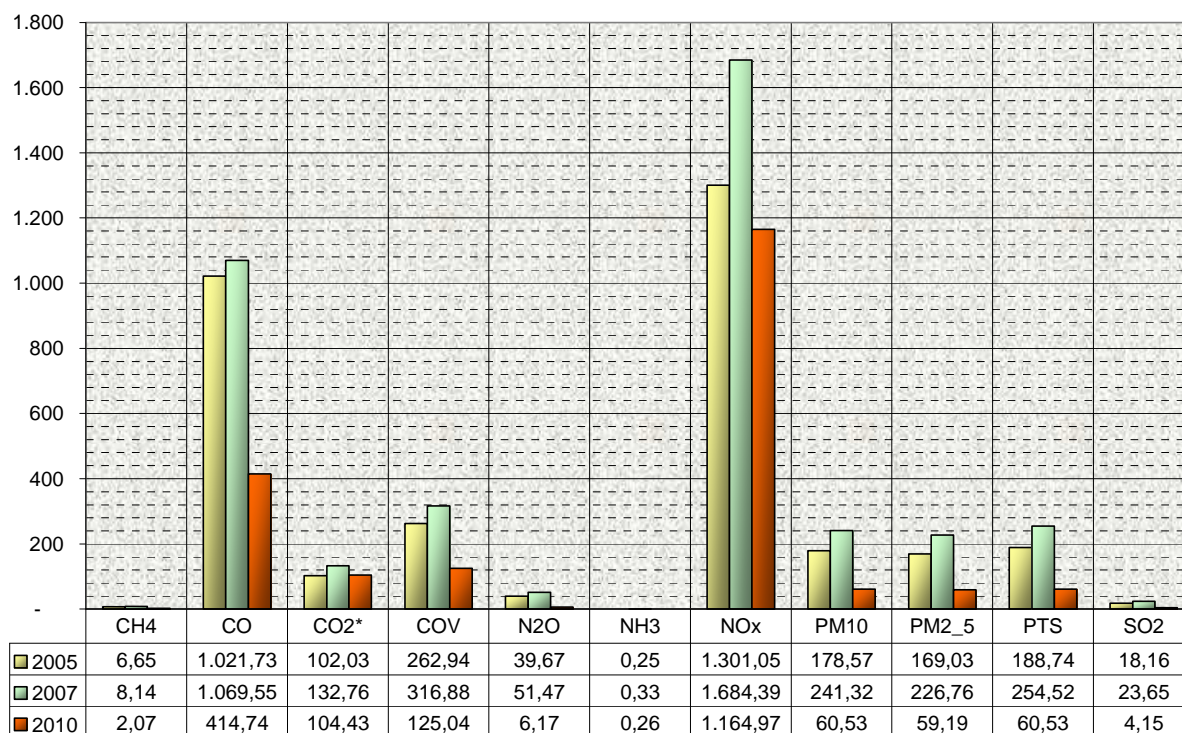
Per quel che riguarda le emissioni da traffico si può osservare una generale riduzione nell'anno 2010 rispetto all'inventario 2007.

Tale riduzione può essere dovuta in parte al rinnovo del parco circolante, con il passaggio di alcuni mezzi a combustibili più puliti. La forte riduzione dei COV è dovuta anche alla riduzione dell'uso di benzina rispetto al gasolio i cui consumi restano sostanzialmente costanti (vedi Paragrafo 3.7.6).

Nel confronto con l'inventario 2005, si osserva come i dati appaiano generalmente in linea con trend in diminuzione.

5.8 Macrosettore 08: Altre sorgenti mobili e macchinari

Nel Macrosettore 08 si osserva una generale diminuzione delle emissioni degli inquinanti rispetto agli inventari precedenti (Figura 51). Questo Macrosettore comprende emissioni calcolate tramite i Moduli Diffuse e Aeroporti. Il contributo di quest'ultimo è davvero ridotto a parte per gli ossidi di zolfo, dove arriva a contribuire per il 4% sul totale di tale inquinante.



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 51 - Emissioni relative al Macrosettore 8: Altre sorgenti mobili e macchinari (t)

Per il Modulo Diffuse gli apporti principali derivano dalle attività: 08.01.00 - *Trasporti militari* a diesel, 08.02.02 - *Ferrovie* e 08.06.00 - *Agricoltura* a diesel. In particolare per quest'ultima attività rispetto agli inventari precedenti diminuiscono significativamente i fattori di emissione, come già descritto nel Paragrafo 1.3.

Il calo delle emissioni rispetto agli inventari 2005 e 2007 è legato alla diminuzione delle vendite di combustibili che si ripercuotono sugli indicatori di alcune attività: moderatamente per 08.02.02 - *Ferrovie* mentre più significativamente per 08.01.00 - *Trasporti militari* a benzina verde e diesel.

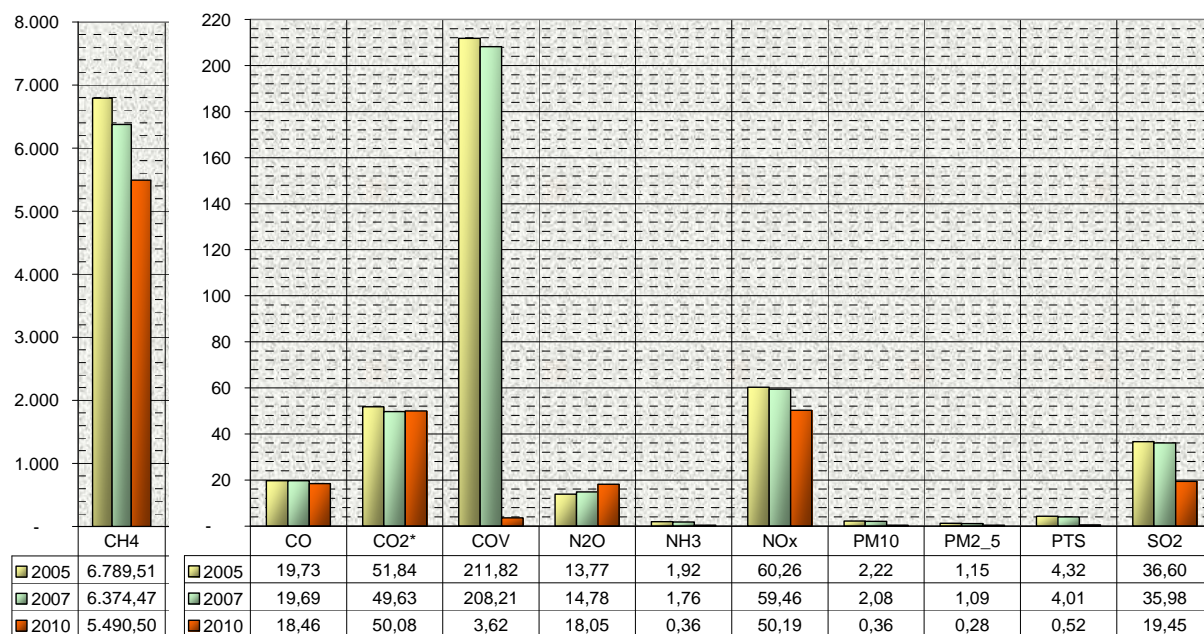
Le emissioni legate al trasporto aereo variano sensibilmente ed in particolare nel 2010 si ha un forte aumento delle emissioni di CO, COV ed NO_x dato dal maggior dettaglio del Modulo Aeroporti, in particolare dei dati sui tipi di velivoli e sul numero di voli aerei disponibili per questo inventario.

Per i prossimi inventari si suggerisce di approfondire la metodologia di stima degli indicatori di attività del Macrosettore 08. In particolar modo l'attività 08.06.00 - *Agricoltura (a diesel)* incide per il 10% sulle emissioni totali di NO_x dell'inventario 2010, ma sul valore

dell'indicatore di attività si ha molta incertezza poiché derivante da statistiche a livello nazionale.

5.9 Macrosettore 09: Trattamento e smaltimento rifiuti

Le emissioni del Macrosettore 09 sono dovute alle discariche, agli impianti di trattamento di acque reflue, di compostaggio e all'impianto Marangoni Gomma Srl di Rovereto (Figura 52).



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 52 - Emissioni relative al Macrosettore 9: Trattamento e smaltimento rifiuti (t)

Le emissioni di metano (CH₄) derivano principalmente dal Modulo Discariche ed in particolare dalle attività 09.04.01 - *Discarica controllata di rifiuti* (91%) e da 09.04.04 - *Discarica controllata di rifiuti non attiva* (5%); mentre il Modulo Diffuse contribuisce per il 4% con l'attività 09.10.02 - *Trattamento acque reflue nel settore residenziale e commerciale*. La variazione delle emissioni di CH₄ rispetto agli inventari precedenti è conseguenza dall'aumento dei volumi captati rispetto ai volumi prodotti, come illustrato nel Paragrafo 8.6.1.

Il CO è dovuto per il 75% dalle emissioni 09.04.05 - *Gruppi elettrogeni di discariche RSU* e di 09.04.06 - *Torche in discarica RSU*, mentre per il 25% da 09.02.02 - *Incenerimento di rifiuti industriali* dell'impianto di incenerimento di copertoni di Marangoni Gomme.

Le emissioni di CO₂, NO_x e SO₂ derivano principalmente dall'attività di incenerimento 09.02.02 rispettivamente per il 73%, 77%, 98%; inoltre CO₂ è generato per il 26% da 09.04.01 mentre NO_x per il 23% da 09.04.05.

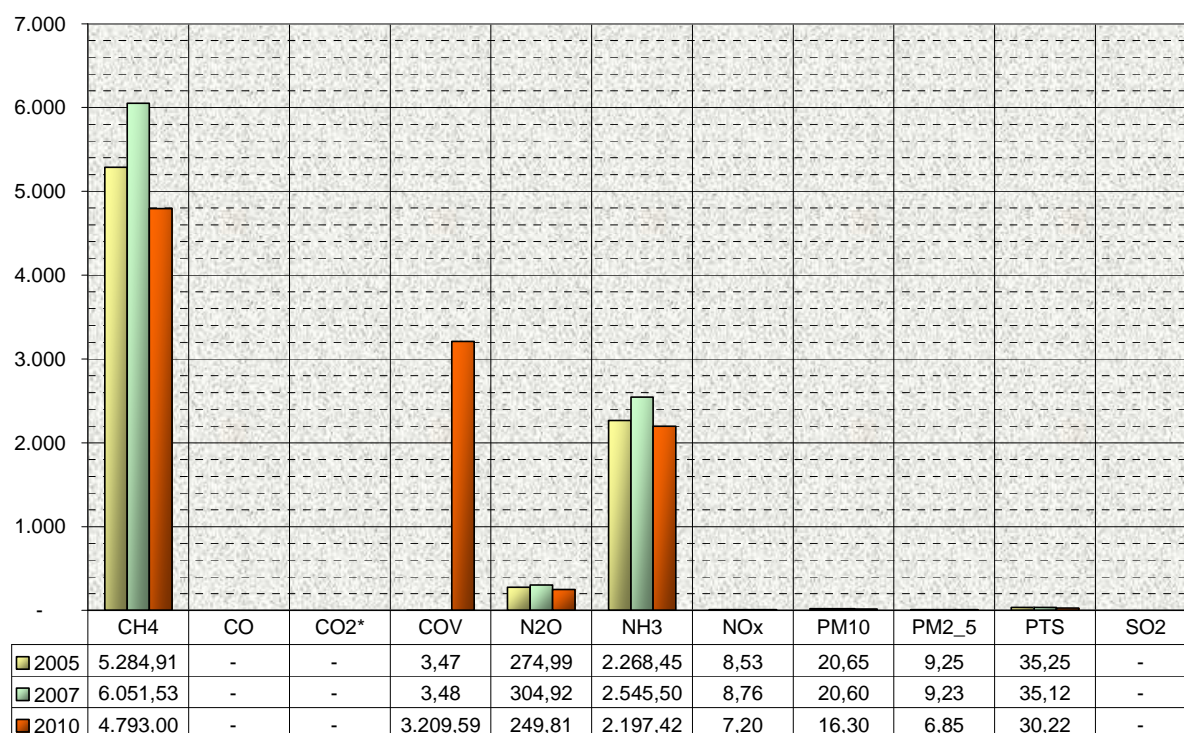
L'inquinante COV deriva per il 65% da 09.04.05 e 09.04.06 e per il restante 35% dal Modulo Puntuali misurate di 09.02.02. Rispetto agli inventari precedenti si ha un calo molto consistente dovuto alla diminuzione delle emissioni associate a quest'ultima attività. In particolare nel 2005 e 2007 tale contributo veniva calcolato tramite i fattori di emissione del Modulo Puntuali stimate, ed era rispettivamente di 211 e 208 t/anno, mentre nel 2010 deriva dai certificati analitici delle concentrazioni a camino ed è di 1,27 t/anno.

N₂O è originato per 80% dal trattamento delle acque reflue 09.10.02 e per 17% dall'impianto di incenerimento 09.02.02. Mentre l'ammonica (NH₃) deriva tutta dall'attività 09.10.05 - *Compostaggio*.

Infine le polveri (PM10) derivano dalla combustione del biogas nelle torce e nei motori 09.04.05 e 09.04.06 per il 55% dalle misure a camino dell'impianto di incenerimento 09.02.02 per il 45%.

5.10 Macrosettore 10: Agricoltura

Le emissioni associate al Macrosettore 10 derivano dalle stime effettuate tramite tre Moduli: Agricoltura, Biogeniche e Diffuse, i primi due legati al settore 10.01 - *Coltivazioni con fertilizzanti*, e il terzo per tutti gli altri settori: 10.02 - *Coltivazioni senza fertilizzanti*, 10.04 - *Fermentazione enterica*, 10.05 - *Gestione reflui riferita ai composti organici*, 10.09 - *Gestione reflui riferita ai composti azotati*, 10.10 - *Emissioni di particolato dagli allevamenti* (Figura 53). Per questo Macrosettore l'analisi delle emissioni può essere fatta a livello di settore, dato che le attività sono le singole specie agricole o animali.



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 53 - Emissioni relative al Macrosettore 10: Agricoltura (t)

Le emissioni di CH₄ dipendono dal Settore 10.04 per 81% e 10.05 per 19% ossia dagli allevamenti soprattutto di vacche da latte e altri bovini. Si ha un calo rispetto agli inventari precedenti in quanto sono stati aggiornati i numeri dei capi con i dati dell'ultimo censimento ISTAT dell'Agricoltura 2010, [ISTAT AGRICOLTURA 2010].

La stima dei COV invece dipende praticamente al 100% dal Modulo Biogeniche ed è legata al settore 10.01, mentre le piccole emissioni negli inventari precedenti dipendevano solo dal settore 10.05. Le emissioni di COV aumentano rispetto agli inventari precedenti perché, come

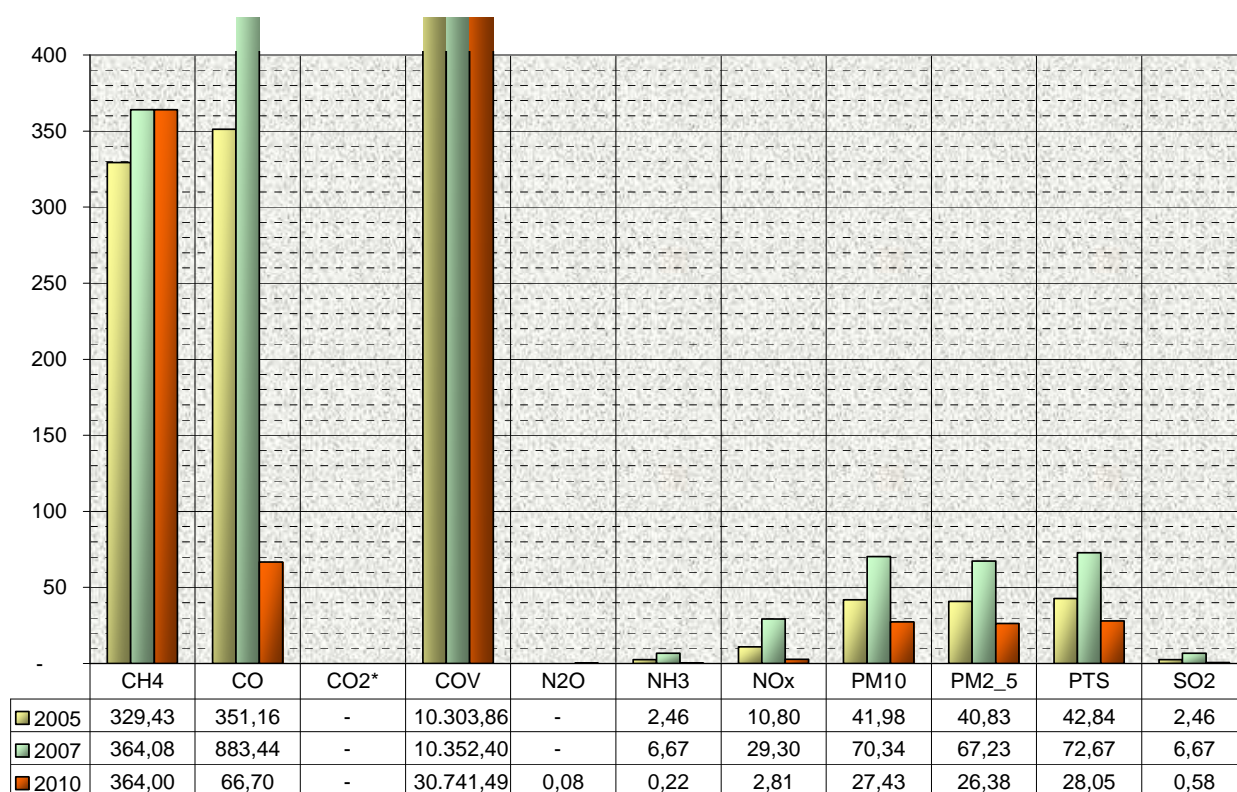
illustrato nel dettaglio nell'Allegato 8.5, in precedenza il Modulo Biogeniche non coinvolgeva anche il Macrosettore 10, quindi le emissioni degli inventari passati risultano molto inferiori.

Per N_2O e NH_3 le emissioni derivano soprattutto dal Settore 10.09 rispettivamente per il 90% e il 97%, come per il metano prevalgono le emissioni da vacche da latte e altri bovini; e dal settore 10.01, rispettivamente 9% e 2%.

L'inquinante NO_x viene stimato con il Modulo Agricoltura e quindi riguarda solo il settore 10.01. Infine le polveri (PM 10) sono associate al settore 10.10, e per il 91% sono emissioni di vacche da latte, altri bovini, maiali da ingrasso e altri avicoli.

5.11 Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti

Le emissioni associate al Macrosettore 11 derivano dalle stime effettuate tramite tre Moduli: Biogeniche legato ai settori 11.11 - *Foreste decidue gestite* e 11.12 - *Foreste gestite di conifere*, Diffuse legato ai settori 11.03 - *Incendi di foreste e altra vegetazione*, 11.06 - *Acque*, 11.25 - *Altro* e Foreste legato al settore 11.31 - *Foreste - assorbimenti*.



* Le emissioni di CO₂ sono espresse in kt

Figura 54 - Emissioni relative al Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti (t)

I COV sono stimati con il Modulo Biogeniche e sono molto superiori rispetto agli inventari 2005 e 2007 perché, come illustrato nel dettaglio nell'Allegato 8.5, è stata aggiornata la metodologia di stima. Come prevedibile per il territorio provinciale la maggior parte delle emissioni (83%) sono date dalle specie Abete Rosso, altre decidue, Pino Silvestre e altri pini.

Tutti gli altri inquinanti sono calcolati tramite il Modulo Diffuse. Le emissioni di metano (CH₄) sono generate per il 99% dall'attività 11.06.01 - *Laghi*, mentre le emissioni di N₂O derivano tutte da 11.25.01 - *Combustione di tabacco (sigarette e sigari)* e quelle di NH₃ tutte da 11.03.01 - *Incendi boschivi*.

Gli inquinanti CO, NO_x, SO₂ derivano rispettivamente per le percentuali 58%, 65% e 66% dall'attività 11.25.01 e rispettivamente per il 42%, 35% e 34% dall'attività 11.03.01. In particolare rispetto agli inventari precedenti si osserva una leggera diminuzione dell'indicatore associato alla combustione da tabacco (11.25.01) inoltre per tale attività sono stati aggiornati i fattori di emissione (vedi Allegato 8.9). L'indicatore degli incendi boschivi (11.03.01), ossia la superficie bruciata, diminuisce rispetto al 2007 del 97%, e rispetto al 2005 del 91%.

Infine PM10 è costituito per il 28% da emissioni dell'attività 11.25.01 e per il 68% dalle emissioni dell'attività 11.25.02 - *Fuochi di artificio*, mentre solo per il 4% dalle emissioni dell'attività 11.03.01. Rispetto al 2007 si ha un calo rilevante delle polveri soprattutto perché cala l'indicatore degli incendi boschivi.

L'anidride carbonica (CO₂) viene espressa con valore negativo perché indica il quantitativo assorbito, quindi non emesso, dalle foreste della provincia. Tale valore è calcolato tramite il Modulo Foreste ed in particolare si hanno i seguenti contributi assorbenti delle attività: 11.31.01 - *biomassa viva* 53%, 11.31.03 - *suolo* 41%, mentre 11.31.02 - *massa organica morta* 6% (Figura 55). Tale modulo è stato introdotto nell'inventario 2010 e quindi non è confrontabile con gli anni precedenti.

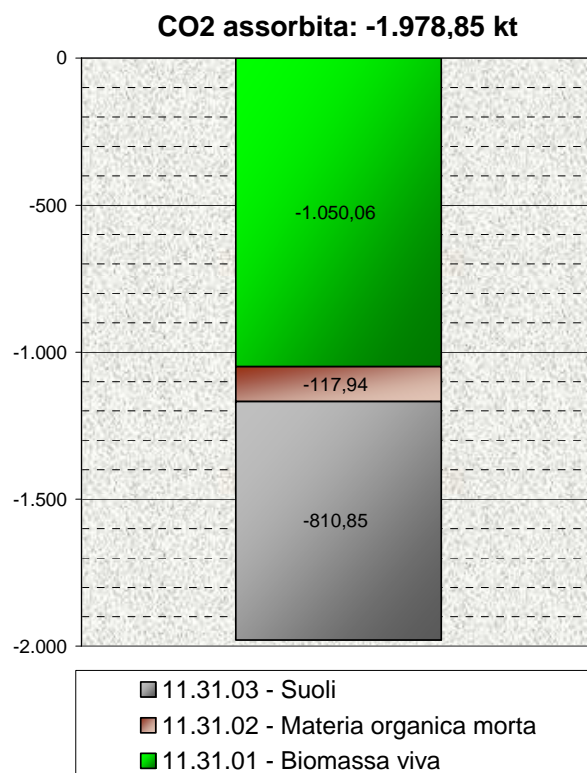


Figura 55 - Assorbimenti di CO₂ del Macrosettore 11: Altre sorgenti e assorbimenti (kt)

6 Conclusioni e proposte di approfondimento

Il presente lavoro di stima delle emissioni per l'anno 2010 si basa sull'utilizzo del sistema INEMAR6 che presenta alcuni importanti aggiornamenti rispetto alla versione precedente adottata per gli inventari 2005 e 2007. In particolare è stata fatta una revisione ed integrazione del Modulo Biogeniche, è stato introdotto il Modulo Foreste per la stima degli assorbimenti ed è stato fatto un lavoro organico di aggiornamento ed integrazione dei fattori di emissione soprattutto per i processi di combustione.

Come già osservato per gli inventari 2005 e 2007, anche per l'inventario 2010 l'apporto alle emissioni generato dai piccoli impianti di combustione residenziale, in particolare alimentati a legna e similari, è molto rilevante. Per questi impianti la variabilità che accompagna la stima degli indicatori e dei fattori di emissione è causa di mutamenti considerevoli delle stime emissive tra un anno inventariale e l'altro. Proprio per sopperire a tali fluttuazioni per alcuni inquinanti è stato utilizzato lo strumento del ricalcolo che permette di proiettare gli aggiornamenti della versione di INEMAR nei precedenti anni inventariali evidenziando il contributo dei cambiamenti di metodologia. Ne consegue come un costante monitoraggio dell'evoluzione di tali sorgenti emissive possa essere un passaggio importante in previsione di caratterizzare al meglio i prossimi inventari delle emissioni.

Le emissioni dell'inventario 2010 dei principali macroinquinanti presentano una tendenza alla diminuzione rispetto agli inventari degli anni 2005 e 2007. Le uniche eccezioni si hanno per le polveri e i composti organici volatili; tali andamenti non sono dovuti però ad una variazione delle condizioni emissive in provincia, ma a modifiche del sistema di calcolo. Per quanto riguarda i COV è stata adottata una nuova metodologia di stima delle emissioni biogeniche che prende in considerazione nuove fonti prima non considerate, mentre l'incremento delle emissioni di polveri è dovuto all'aumento dei fattori di emissione dei piccoli impianti a biomassa ad uso residenziale.

7 Riferimenti Bibliografici

- [APPA-TN 2012] *Approfondimento su fattori di emissione e Indicatori M06*, studio effettuato su dati raccolti da personale dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Trento, anno 2012.
- [CCIAA Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Trento 2008] *La Filiera Foresta Legno Energia in Provincia di Trento*, Osservatorio del Legno, Ufficio Prodotti 2008-2009.
- [CISMA 2010] CISMA srl, *Inventario delle emissioni della provincia di Trento, aggiornamento anni 2005 e 2007*, anno 2010.
- [EAPA 2011] *Asphalt in figures: key figures of the European Asphalt Industry, Version 2011*, www.eapa.org/, consultato nell'anno 2013.
- [EEA 2013] *European Environment Agency, CORINE - The Core Inventory of Air Emissions in Europe, Emission Inventory Guidebook* www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2001_3, consultato nell'anno 2013.
- [EEA-CLC 2006] *European Environment Agency, Corine Land Cover 2006* www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover, consultato nell'anno 2013.
- [ENEA 2009] *Distribuzione dei consumi energetici del civile tra terziario e residenziale per fonte energetica*, www.enea.it/it/produzione-scientifica/doc-rea/2009-2010/statistiche-nazionali/consumi-finali-e-intensita-nei-settori/civile, consultato nell'anno 2013.
- [EPA 2013] *Environmental Protection Agency, Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors* www.epa.gov/ttnchie1/ap42/, consultato nell'anno 2013.
- [GAL 2008] *Rapporto finale - Implementazione di un supporto informatico per il bilancio ambientale* G.A.L. Montagna Vicentina, Comparto della Concia, ARPAV http://leader.artigianinet.com/APPROVATI/BILANCI/CONCIA/dw_24_1207_2641.html, consultato nell'anno 2013.
- [M. Karl, A. Guenther, R. Kolbe, A. Leinwand, G. Seufert 2009] *A new European plant-specific-emission inventory of biogenic volatile organic compounds for use in atmospheric transport models*, Biogeosciences, 6, 1 - 29, 2009.

- [IIR - Informative Inventory Report 2012] *Inventario nazionale delle emissioni* comunicato annualmente da ISPRA all'UNECE (United Nations Economic Commission for Europe), www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni/Informative%20Inventory%20Report%20/view, consultato nell'anno 2013.
- [INEMAR Wiki] *Inventario Emissioni Aria*, www.inemar.eu/xwiki/bin/view/INEMARWiki, consultato nell'anno 2013.
- [INEMAR Fonti] *Fonti Inventari Emissioni*, www.inemar.eu/xwiki/bin/view/FontiEmissioni, consultato nell'anno 2013.
- [INFC 2010] *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio* www.sian.it/inventarioforestale/, consultato nel 2013.
- [ISPRA 2009] R. De Lauretis, A. Caputo, R. Dánica Córdor, E. Di Cristofaro, A. Gagna, B. Gonella, F. Lena, R. Liburdi, D. Romano, E. Taurino, M. Vitullo, ISPRA Rapporti 92/2009, *La disaggregazione a livello provinciale dell'inventario nazionale delle emissioni, Anni 1990-1995-2000-2005*.
- [ISTAT 2001] *8° Censimento generale dell'industria e dei servizi*, www.istat.it/, consultato nell'anno 2013.
- [ISTAT-pop 2001] *14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni*, <http://dawinci.istat.it/>, consultato nell'anno 2013.
- [ISTAT 2012] *Bilancio demografico nazionale 2010*, <http://www.istat.it/it/archivio/28491>, consultato nell'anno 2013.
- [ISTAT AGRI - Agricoltura e zootecnia 2009] *Tavola C26B*, <http://agri.istat.it/jsp/dawinci.jsp?q=plC260000010000042100&an=2009&ig=1&ct=613&id=21A%7C15A%7C73A>, consultato nell'anno 2013.
- [ISTAT AGRI 2010] *6° Censimento Generale dell'Agricoltura, dati definitivi, ISTAT - 2010*, www.dati-censimentoagricoltura.istat.it, consultato nel 2013.
- [ISTAT FERT 2010] *La distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti*, www.istat.it/it/archivio/50575, consultato nel 2013.
- [MSE- Ministero dello Sviluppo Economico 2010] *Bollettino Petrolifero 2010 - Immissioni sul mercato interno*, dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/bollettino/indice.asp?anno=2010&trimestre=4, consultato nell'anno 2013.
- [ONT 2008] Tasso di turisticità - Osservatorio Nazionale del Turismo, Presidenza del Consiglio dei Ministri <http://www.ontit.it/opencms/opencms/ont/it/documenti/archivio/00208>, consultato nel 2013.
- [PRODCOM- EUROSTAT 2010] *Statistics on the production of manufactured goods, 2010* epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/introduction, consultato nell'anno 2013.
- [S. Rossi, E. Pizzi, L. Mastrobattista, R. Spoletini, G. Carosi, R. Pacifici 2009] *Consumo di Tabacco Mondiale e Nazionale*, OSSFAD - Istituto Superiore di Sanità, 2009.
- [SIAT 2013] *SIAT Portale Cartografico del Trentino*, mappe e cartografia GIS, http://www.territorio.provincia.tn.it/portal/server.pt/community/sgc_-_geocatalogo/862/sgc_-_geocatalogo/32157, consultato nell'anno 2013.
- [SFF 2005] Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento, *Cartografia della tipologia forestale reale e potenziale*, 2005.

- [**SINANET- ISPRA 2013**] *Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera*, banche dati, mappe e cartografia GIS, www.sinanet.isprambiente.it/it/emissioni, consultato nell'anno 2013.
- [**SS-PAT 2012**] Servizio Statistica della Provincia Autonoma di Trento, *Indagine sull'utilizzo della legna in Trentino - Prime elaborazioni*, Luglio 2013.
- [**TIS/Area Energia ed Ambiente 2009**] *Censimento e monitoraggio di impianti a biomassa legnosa nella Provincia di Bolzano*, Ottobre 2009.
- [**UNITN 2006**] Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Trento, *Studio per l'approfondimento delle tematiche relative alla combustione della legna*, Luglio 2007.

8 ALLEGATI

8.1 Classificazione SNAP97

Viene riportata in Tabella 24 la suddivisione in Macrosettori, Settori e Attività corrispondente alla classificazione SNAP97 adottata per l'inventario.

Tabella 24 - Macrosettore e settori considerati nella classificazione SNAP97

MACROSETTORE	SETTORE	ATTIVITA'	MACROSETTORE	SETTORE	ATTIVITA'								
1	Produzione energia e trasformazione combustibili	3	8	Altre sorgenti mobili e macchinari	1	0	Trasporti militari						
		4			2	2	Carrozze						
		5			5	1	Traffico aereo nazionale (cicli LTO - < 1000 m)						
2	1	3	9	Trattamento e smaltimento rifiuti	6	0	Agricoltura						
		7			7	0	Silvicoltura						
		2			8	0	Industria						
	2	Impianti residenziali			6	2	2	2	2	Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)			
					7	4	1	1	1	1	Discarica controllata di rifiuti		
					8	4	4	4	4	4	Discarica controllata di rifiuti - non attiva		
					9	5	5	5	5	5	Gruppi elettrogeni di discariche RSU		
					10	6	6	6	6	6	Torce in discariche RSU		
					3	10	2	2	2	2	Treatmento acque reflue nel settore residenziale e commerciale		
					4	10	1	1	1	1	Coltivazioni permanenti		
3	1	3	10	Agricoltura	1	4	1	4	2	2	2	2	Terreni arabili
		5						4	4	4	4	4	Vivai
		11						5	5	5	5	5	Foraggiere
	3	Processi di combustione con contatto			12	2	2	2	2	2	Foraggiere		
					13	1	1	1	1	1	Vacche da latte		
					15	2	2	2	2	2	Altri bovini		
					19	3	3	3	3	3	Ovini		
					21	4	4	4	4	4	Maiali da ingrasso		
					26	5	5	5	5	5	Cavalli		
					7	6	6	6	6	6	Asini e muli		
4	Processi produttivi	7	4	Fermentazione enterica	4	7	7	7	7	7	7	7	Capre
		11						12	12	12	12	12	Scrofe
		27						14	14	14	14	14	Bufalini
		2						16	16	16	16	16	Conigli
		5						1	1	1	1	1	Vacche da latte
		6						5	5	5	5	5	Gestione reflui riferita ai
		6						6	6	6	6	6	Vino

MACROSETTORE	SETTORE	ATTIVITA'	MACROSETTORE	SETTORE	ATTIVITA'		
		11 Pavimentazione stradale con asfalto		composti organici	2 Altri bovini		
		12 Cemento (decarbonatazione)			3 Maiali da ingrasso		
		13 Vetro (decarbonatazione)			4 Scrofe		
		16 Estrazione di materiali da cava			5 Ovini		
		23 Cementifici e calcifici: frantumazione trasporto e deposito			6 Cavalli		
		5 Estrazione e distribuzione combustibili			5 Distribuzione di benzine	3 Stazioni di servizio (incluso il rifornimento di veicoli)	7 Galline ovaiole
						1 Condotte	8 Pollastri
					6 Reti di distribuzione di gas	3 Reti di distribuzione	9 Altri avicoli (anatre oche ...)
						2 Verniciatura: riparazione di autoveicoli	12 Asini e muli
						4 Verniciatura: uso domestico (eccetto 6.1.7)	14 Bufalini
6 Uso di solventi	1 Verniciatura	5 Verniciatura: rivestimenti	16 Conigli				
		7 Verniciatura: legno	1 Vacche da latte				
		8 Altre applicazioni industriali di verniciatura	2 Altri bovini				
		2 Sgrassaggio pulitura a secco e componentistica elettronica	1 Sgrassaggio metalli	3 Maiali da ingrasso			
			2 Pulitura a secco	4 Scrofe			
	3 Produzione o lavorazione di prodotti chimici	2 Produzione / lavorazione di cloruro di polivinile	5 Pecore				
		5 Produzione / lavorazione della gomma	6 Cavalli				
		6 Sintesi di prodotti farmaceutici	7 Galline ovaiole				
		12 Finiture tessili	8 Pollastri				
		13 Conciatura di pelli	9 Altri avicoli (anatre oche ...)				
4 Altro uso di solventi e relative attività	14 Altro (pannelli truciolari impregnazione carta ecc...)	12 Asini e Muli					
	3 Industria della stampa	14 Bufalini					
	5 Applicazione di colle e adesivi	16 Conigli					
	8 Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)	1 Vacche da latte					
		2 Altri bovini					
7 Trasporto su strada	1 Automobili	2 Strade extraurbane	10 Emissioni di particolato dagli allevamenti	3 Maiali da ingrasso			
		3 Strade urbane		4 Scrofe			
		4 Autostrade - usura		7 Galline ovaiole			
		5 Strade extraurbane - usura		8 Pollastri			
		6 Strade urbane - usura		9 Altri avicoli			
		1 Autostrade		14 Bufalini			
	2 Veicoli leggeri < 3.5 t	2 Strade extraurbane	11 Altre sorgenti e assorbimenti	3 Incendi di foreste e altra vegetazione	1 Dolosi		
		3 Strade urbane			6 Acque	1 Laghi	
		4 Autostrade - usura			11 Foreste decidue gestite	4 Farnia (Quercus robur)	
		5 Strade extraurbane - usura		5 Boschi di querce sessili (Quercus petraea)			
6 Strade urbane - usura		6 Altre querce decidue					



MACROSETTORE	SETTORE	ATTIVITA'	MACROSETTORE	SETTORE	ATTIVITA'		
	3	1			7		
		2			15		
		3			4		
		4			7		
		5			10		
		6			11		
	4	3			12	12	
		6			25	1	
		5			1	31	2
					2		1
					3		2
					4		3
	5						
	6						
	6	1					
		2					
		3					

8.2 Analisi Modulo Puntuali

- *omissis* -

8.2.1 Macrosettore 01: Produzione energia e trasformazione combustibili

- *omissis* -

8.2.2 Macrosettore 02: Combustione non industriale

- *omissis* -

8.2.3 Macrosettore 03: Combustione nell'industria

- *omissis* -

8.2.4 Macrosettore 04: Processi produttivi

- *omissis* -

8.2.5 Macrosettore 06: Uso di solventi

- *omissis* -

8.2.6 Macrosettore 09: Trattamento e smaltimento rifiuti

- *omissis* -

8.2.7 Emissioni sotto soglia rilevamento

- *omissis* -

8.3 Analisi dei Moduli Traffico (Lineare e Diffuse)

Viene di seguito riportata una breve analisi dei risultati della stima delle emissioni da traffico, con particolare attenzione al confronto delle variazioni in sede autostradale e nella viabilità ordinaria. Vengono innanzitutto analizzati i dati di input, a partire dalla lunghezza del grafo stradale e dalla percorrenze dei veicoli stimate dai flussi caricati, per poi passare all'analisi dei risultati (percorrenze stimate ed emissioni di NO_x e PM10). Alcuni parametri vengono analizzati a livello regionale in quanto, come si è già visto, è su questa scala che il sistema imposta il bilancio dei combustibili.

8.3.1 Lunghezza del grafo stradale

Il grafo utilizzato per gli inventari 2005 e 2007 era identico, mentre sono state apportate modifiche per l'inventario 2010 (Tabella 25).

Tabella 25 - Variazioni della lunghezza del grafo stradale(km)

Provincia	2005/2007			2010		
	A22	Altre Strade	TOTALE	A22	Altre Strade	TOTALE
BZ	120.73	1,161.00	1,281.73	118.17	1,241.87	1,360.04
TN	69.72	1,274.78	1,344.50	70.04	1,311.19	1,381.23
TAA	190.45	2,435.78	2,626.23	188.21	2,553.06	2,741.26

Per entrambi le province si riscontra un incremento della lunghezza del grafo pari a circa 81 km (7% dei tratti non autostradali) per la provincia di Bolzano e 36 km per la provincia di Trento (3% dei tratti non autostradali) per quel che riguarda l'autostrada A22 vi sono lievi differenze relative ad alcuni svincoli.

8.3.2 Traffico associato al grafo (Traffico Lineare)

Si analizzano di seguito le variazioni delle percorrenze del traffico associato al grafo stradale.

È possibile calcolare le percorrenze complessive moltiplicando il numero di passaggi per la lunghezza degli archi corrispondenti; essendo i passaggi espressi in termini di settore (automobili, leggeri, pesanti e moto) si può ottenere questo grado di disaggregazione, mentre la disaggregazione per tipo di combustibile è possibile esplicitarla solo dopo l'esecuzione del modulo di calcolo; è in questa fase infatti i veicoli vengono associati alle corrispondenti tipologie (età e motorizzazione) sulla base delle percorrenze annue e della composizione del parco circolante regionale.

Tabella 26 - Percorrenze assegnate al grafo stradale

Anno	2005			2007			2010			
	SETTORE	A22	Altre Strade	TOTALE	A22	Altre Strade	TOTALE	A22	Altre Strade	TOTALE
Provincia di Bolzano										
Automobili	845,49	2.270,11	3.115,61	870,48	2.290,56	3.161,04	994,54	2.412,37	3.406,91	
Veicoli leggeri < 3.5 t	122,89	116,93	239,81	123,35	124,20	247,54	61,84	139,97	201,81	
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	298,38	184,10	482,48	328,79	183,27	512,06	350,28	186,86	537,15	
Motocicli (> 50 cm3)	83,62	112,47	196,09	96,72	112,24	208,96	11,26	117,05	128,31	
Totale BZ	1.350,38	2.683,61	4.033,99	1.419,34	2.710,26	4.129,60	1.417,92	2.856,26	4.274,18	
Provincia di Trento										
Automobili	692,81	1.995,50	2.688,31	721,74	2.346,07	3.067,81	789,29	2.559,10	3.348,39	
Veicoli leggeri < 3.5 t	91,84	110,17	202,02	93,33	121,85	215,17	43,37	163,27	206,64	
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	213,39	191,76	405,15	230,46	200,54	431,00	244,33	216,96	461,29	
Motocicli (> 50 cm3)	68,52	136,58	205,10	80,19	165,77	245,97	8,81	168,14	176,95	
Totale TN	1.066,56	2.434,02	3.500,58	1.125,72	2.834,23	3.959,95	1.085,80	3.107,47	4.193,27	
Regione Trentino Alto Adige										
Automobili	1.538,30	4.265,62	5.803,92	1.592,23	4.636,63	6.228,86	1.783,83	4.971,47	6.755,30	
Veicoli leggeri < 3.5 t	214,73	227,10	441,83	216,67	246,04	462,72	105,21	303,24	408,45	
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	511,77	375,86	887,63	559,25	383,81	943,05	594,61	403,82	998,44	
Motocicli (> 50 cm3)	152,14	249,05	401,19	176,91	278,01	454,92	20,07	285,20	305,27	
Totale TAA	2.416,94	5.117,63	7.534,57	2.545,06	5.544,49	8.089,55	2.503,73	5.963,73	8.467,45	

L'analisi (Tabella 26) mostra, rispetto al 2007, un incremento delle percorrenze su rete ordinaria per entrambe le province e per tutti i tipi di veicoli, mentre per quanto riguarda il traffico autostradale si ha un incremento dei passaggi di autoveicoli e mezzi pesanti e un calo di motocicli e veicoli leggeri. I trend appaiono simili per le due province.

Confrontando gli incrementi annui si osserva come in provincia di Bolzano su rete ordinaria nel periodo 2005-2007 le percorrenze complessive sono rimaste pressoché costanti, mentre nel periodo 2007-2010 si è registrato un incremento annuo medio del **2%**. In Trentino si è registrato un incremento medio anno dell'**8%** nel primo periodo e del **3%** nel periodo 2007-2010.

Per quanto riguarda il traffico autostradale nel primo periodo si sono registrati incrementi annui medi del **3%** in entrambe le province, mentre dal 2007 al 2010 il traffico è rimasto pressoché costante in provincia di Bolzano e ha registrato una flessione dell'**1%** annuo in provincia di Trento.

Si osserva infine come il forte decremento delle percorrenze dei motocicli sull'A22 sia dovuto ad un nuovo modo di suddividere la "classe autostradale A". Rispetto agli inventari passati nel disaggregare i dati si è ora tenuto conto delle percorrenze medie annue dei veicoli, questo ha comportato una notevole riduzione del peso relativo dei motocicli rispetto alle auto in quanto questi veicoli percorrono generalmente molti meno chilometri.

8.3.3 Confronti emissioni e percorrenze autostrada / altre strade

A livello regionale nel 2010 si riscontra un generale calo delle emissioni rispetto all'inventario 2007.

Confrontando le variazioni annue questa appaiono in linea con quelle del periodo 2005-2007

Vengono di seguito riportati gli andamenti delle emissioni e delle percorrenze per i tre inventari (Figura 56); i dati sono suddivisi in "autostrade" ed "altre strade", ove il termine "autostrade" va inteso nel senso dell'attività associata e quindi questa tipologia in regione comprende sia l'A22 che la superstrada MeBo (BZ).

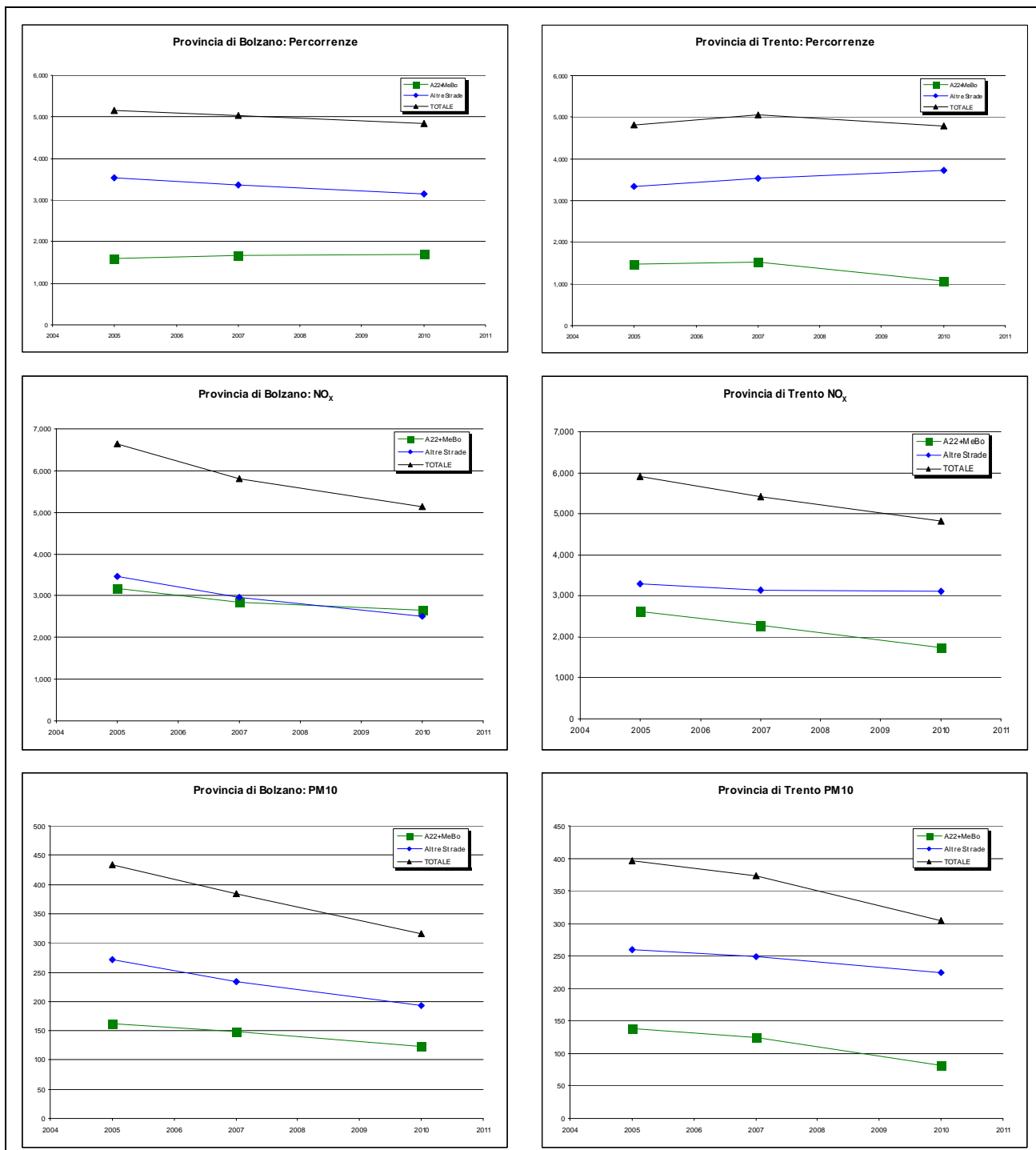


Figura 56 - Variazione delle percorrenze stradali e delle emissioni di NO_x e PM₁₀ negli anni 2005, 2007 e 2010

Comune di Trento

L'andamento delle emissioni da traffico nel comune di Trento appare diverso, con un deciso incremento nel triennio 2007-2010 del peso della viabilità ordinaria a causa della nuova bretella SS43 tra Trento Nord e Mezzolombardo (Figura 57).

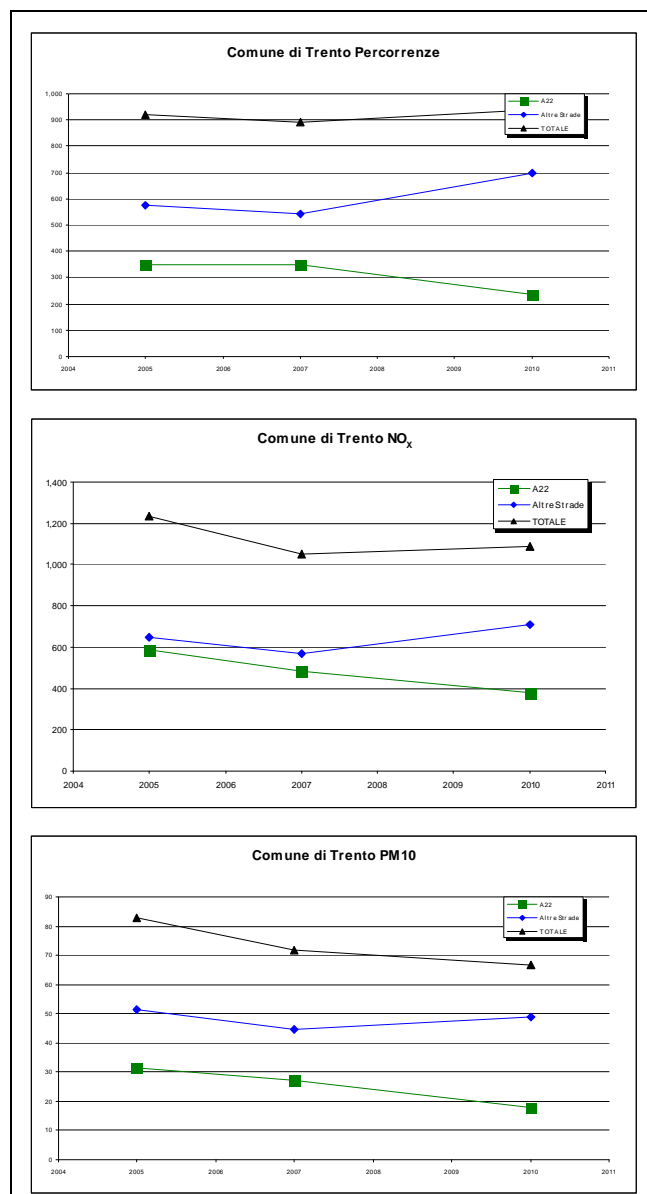


Figura 57 - Variazione delle percorrenze stradali e delle emissioni di NO_x e PM10 negli anni 2005, 2007 e 2010 nel comune di Trento

8.3.4 Conclusioni

L'incremento della lunghezza del grafo stradale comporta, a parità di dati di traffico, uno spostamento delle emissioni stimate dal modulo modulo diffuso (TD) al lineare (TL).

L'analisi delle emissioni associate alla viabilità ordinaria (sia TL che TD) e autostradale mostra generalmente per il periodo 2007-2010 un andamento in linea con quello riscontrato tra il 2005 e il 2007.

Per la provincia di Trento vi è un leggero scostamento a favore della viabilità ordinaria dovuto alla realizzazione della SS43; tale scostamento è particolarmente evidenziato nel caso del comune di Trento.

8.4 Analisi dati Modulo Agricoltura

Si presentano di seguito (Tabella 27) le superfici inserite nel modulo Agricoltura.

Tabella 27 - Superfici e tipo di colture associate alle attività del settore 10.01 - Agricoltura con fertilizzanti. In grassetto sono evidenziate le coltura predominanti in ogni attività

ATTIVITA'	TIPO_COLTURA	SUPERFICIE ha	%	
1	Coltivazioni permanenti	Altre colt legnose agrarie	16,91	0,1%
		actinidia (kiwi)	89,93	0,3%
		albicocco	10,16	0,0%
		altra frutta	632,06	2,4%
		altri erbai	112,87	0,4%
		castagno	200,09	0,8%
		erba medica	73,34	0,3%
		melo	10797,56	41,6%
		nettarina	1,43	0,0%
		nocciolo	1,83	0,0%
		olive da olio	382,01	1,5%
		olive da tavola	0,83	0,0%
		pero	37,61	0,1%
		pesco	15,18	0,1%
		vite	10388,54	40,1%
	vivai fruttiferi	53,52	0,2%	
2	Terreni arabili	Altri semi oleosi	0,27	0,0%
		altre ortive	412,71	1,6%
		altri cereali	1,46	0,0%
		altri legumi secchi	1,24	0,0%
		avena	3,15	0,0%
		barbabietola da zucchero	3,96	0,0%
		colza e ravizzone	0,2	0,0%
		fagioli secchi	2,88	0,0%
		fava	0,26	0,0%
		frumento duro	17,31	0,1%
		frumento tenero e spelta	28,37	0,1%
		girasole	1,19	0,0%
		granoturco	473,71	1,8%
		in tunnel, campane ecc.	97,45	0,4%
		lupino dolce	0,2	0,0%
		orzo	9,28	0,0%
		patata	386,48	1,5%
		piante aromatiche, medicinali e da condimento	7,73	0,0%
		pisello proteico	0,54	0,0%

ATTIVITA'	TIPO_COLTURA	SUPERFICIE ha	%	
	pomodoro da industria	2,32	0,0%	
	pomodoro da mensa - coltivaz protette in serra	0,28	0,0%	
	pomodoro da mensa - in orti stabili o industriali	0,44	0,0%	
	pomodoro da mensa - in pieno campo	2,15	0,0%	
	segala	0,44	0,0%	
	soia	2	0,0%	
	sorgo	1,29	0,0%	
	Colt legnose agrarie in serra	3,53	0,0%	
	altre piantine	3,97	0,0%	
	altri vivai	116,86	0,5%	
	fiori in piena aria	7,27	0,0%	
4	Vivai	fiori in serra	11,49	0,0%
	fiori in tunnel, campane ecc.	4,67	0,0%	
	piantine floricole ed ornamentali	6,81	0,0%	
	piantine orticole	12,77	0,0%	
	vivai piante ornamentali	32,82	0,1%	
5	Foraggere	granoturco a maturaz cerosa	1361,64	5,3%
		granoturco in erba	98,31	0,4%
	TOTALE	25931,32	100,0%	

Per ogni tipologia di fertilizzante si calcola il tenore di azoto, in maniera tale da inserire l'effettiva quantità di azoto utilizzato per ogni prodotto fertilizzante (Tabella 28).

Tabella 28 - *Quantità di fertilizzanti venduti in provincia espressi in termini di azoto utilizzato per anno 2010, (ISTAT - Fertilizzante venduto - Anno 2010 [ISTAT FERT 2010])*

Fertilizzante	Quantità venduta (t azoto)	Tenore di azoto
Ammonio Solfato	40	20,7%
Ammonio Nitrato	0	21,8%
Calcio Ammonio Nitrato	799	16,7%
Fosfo azoto potassici (NK, NPK)	850	12,0%
Altri azotati	6	20,0%
Calciocianamide	0,4	19,7%
Urea	146	45,6%

8.5 Analisi dati Modulo Biogeniche

La revisione del Modulo Biogeniche nella sesta versione di INEMAR ha comportato un aumento delle superfici considerate, oltre che un aumento delle attività SNAP97: introducendo anche un contributo alle emissioni dovuto al Macrosettore 10 - *Agricoltura*. Nella Tabella 29 si osserva la variazione della superficie interessata tra il 2007 e il 2010, e l'aumento delle emissioni di COV.

Tabella 29 - Superficie totale considerata ed emissioni di COV, Modulo Biogeniche

Anno	Superficie [ha]	Emissione COV [t]
2007	325.367	10.276
2010	550.307	33.949
Variazione %	69,13%	230%

In particolare le emissioni si suddividono tra le varie attività come rappresentato in Figura 58. Si nota un contributo molto ridotto del Macrosettore 10; mentre si nota un aumento del contributo emissivo del Macrosettore 11 legato soprattutto ai nuovi fattori di emissione introdotti con l'aggiornamento della versione di INEMAR.

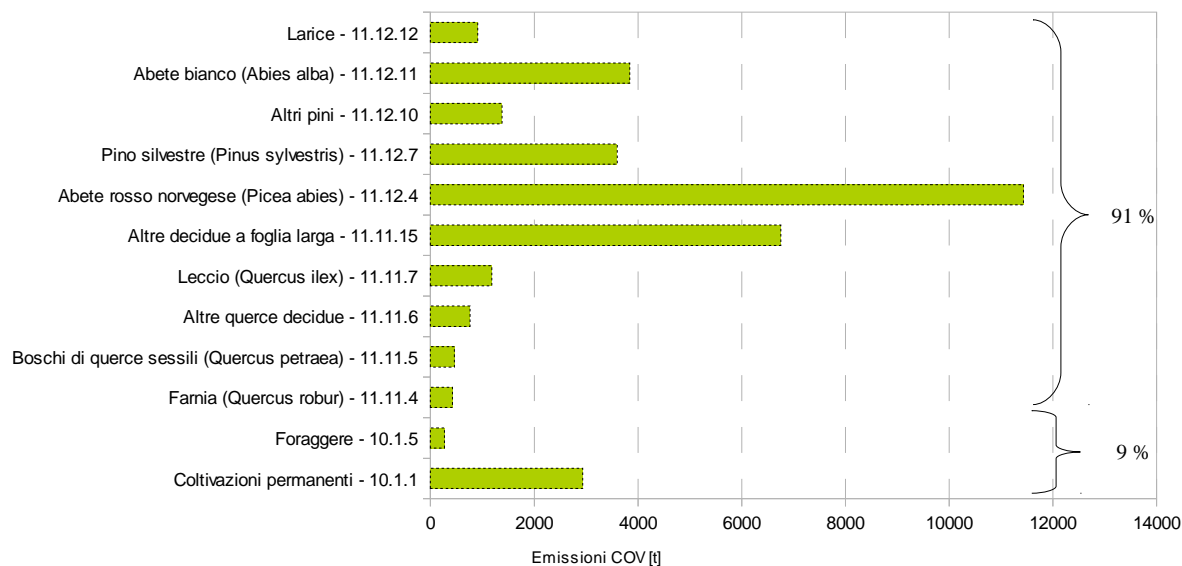


Figura 58 - Emissioni derivanti dal Modulo Biogeniche, suddivisione per attività SNAP97

Inoltre rispetto all'inventario precedente è stato possibile avere un'associazione diretta tra macrospecie derivanti dalla classificazione Corine Land Cover 2006 - CLC, [EEA-CLC 2006], e le specie già presenti nel Modulo Biogeniche stesso, e di conseguenza le attività SNAP97.

Dalla carta di uso del suolo CLC si è estrapolata la copertura del territorio provinciale con un dettaglio massimo al 3° livello: ossia per ogni classe CLC è stata associata una macrospecie del Modulo, Tabella 30.

Tabella 30 - Associazione tra le classi Corine Land Cover e le macrospecie presenti nel Modulo Biogeniche estratto dalla tabella B_ASSOCIA_CORINE_MACROSPECIE. Numero di specie (che corrispondono a singole attività SNAP97) che rientrano nelle singole macrospecie, estratto dalla tabella B_MACROSPECIE_SPECIE

ID CLC	ID Macrospecie	Macrospecie	N° Specie N° Attività
<i>Macrosettore 10 - Agricoltura</i>			
211	101	Terre arabili non irrigate	1
221	104	Vigneti	1
222	105	Piante da frutta e piantagioni di bacche	1
231	107	Pascoli	1
241	108	Coltivazioni annuali con coltivazioni permanenti	1
242	109	Coltivazioni complesse	1
243	110	Aree agricole con vegetazione naturali	2
321	115	Prati naturali	1
333	119	Aree vegetare in modo rado	1
<i>Macrosettore 11 - Altre sorgenti e assorbimenti</i>			
324	118	Cespuglieti	2
412	121	Torbiera	3
311	124	Foreste di latifoglie	10
312	125	Foreste di conifere	5
313	127	Foreste miste	13

Si passa poi all'intersezione delle superfici CLC con i confini comunali in modo da caratterizzare per ogni unità minima territoriale (comune) le superfici delle singole macrospecie, alle quali poi sono associati i fattori di emissione di isoprene, monoterpeni ed altri COV.

Come ultimo passaggio dei dati di *input* si è adeguata alle caratteristiche della copertura vegetativa alpina la tabella B_MACROSPECIE_SPECIE: ossia la tabella che raccoglie le singole specie vegetali (e quindi le singole attività) presenti in ogni macrospecie. Le principali modifiche apportate all'associazione macrospecie-specie, sono state:

- aggiunta delle specie faggio, carpini e frassini in Foreste di latifoglie (124);
- aggiunta delle specie abete bianco, larice, cembro e mugo in Foreste di conifere (125);
- aggiunta delle specie abete bianco, frassini e carpini in Foreste miste (127);
- eliminazione delle specie Eucalipto, Pinus pinaster e Pinus pinea non essendo significativamente presenti nei boschi regionali;
- diminuzione delle querce e delle betulle in Foreste miste (127);
- eliminazione del Leccio (*Quercus Ilex*) da Cespuglieti (118);

Infine si sottolinea che tra tutte le specie vegetali la famiglia delle querce, ed in particolare il leccio, presentano i fattori di emissione maggiori. Infatti il contributo emissivo di tali specie risulta apprezzabile, pur ricomprendo delle superfici ridotte.

8.6 Analisi dati Modulo Discariche

- *omissis* -

8.6.1 Considerazione su rifiuti conferiti in discarica ed emissioni associate

- *omissis* -

8.7 Analisi dati Modulo Foreste

Sono presentati di seguito i dati di partenza per il calcolo del Modulo Foreste, dati forniti da ISPRA relativi all'inventario nazionale (INF 1985 e primi dati INFC 2006), nonché i dati reperibili sul territorio, in particolare i dati forniti dall'Ufficio Foreste e Fauna.

- *carta delle tipologie forestale*: mappe vettoriali che suddividono i boschi trentini in varie tipologie forestali: in particolare in 15 categorie e suddivise ulteriormente in 54 tipi [SFF 2005].

Tabella 31 - Classificazione delle Categorie Forestali prese\nti sul territorio trentino, derivanti dalla carta delle Tipologie Forestali, anno 2005

ID categoria	Categoria	ID categoria	Categoria
1	Leccete	9	Abetine
2	Orno-ostrio querceti	10	Mughete
3	Quercio-carpineti	11	Ontanete
4	Rovereti, castagneti, robinieti	12	Peccete
5	Acereti, tiglieti, frassineti	13	Lariceti
6	Formazioni transitorie	14	Larici-cembrete
7	Pinete	15	Cembrete
8	Faggete		

- *Cartografia del PEFO* (Piano Economico Forestale) del Trentino, che suddivide le particelle forestali in base all'assestamento, quindi secondo le forme di governo in fustaia, ceduo, e poi identifica i pascolo e le aree improduttive.

Questi dati sono stati integrati con la correlazione tra i comuni catastali di riferimento per il PEFO ed i comuni amministrativi, dettaglio minimo per la metodologia INEMAR.

La prima elaborazione ha richiesto di porre in relazione la classificazione delle 15 tipologie forestali del Trentino con quella richiesta dal Modulo Foreste di INEMAR. Questa si basa sulla classificazione consigliata da ISPRA, e che deriva dal primo INF (Inventario Nazionale delle Foreste) del 1985, per cui si hanno 27 categorie forestali, raggruppate in 4 macro categorie: 1- fustaie, 2 - bosco ceduo, 3 - piantagioni e 4 - foresta protetta.

Tabella 32 - Le 27 categorie forestali utilizzate dal Modulo Foreste suddivise nelle rispettive macro categorie

ID macro categoria	ID categoria	Categoria	ID macro categoria	ID categoria	Categoria
1	1	Abete Rosso (peccio)	3	15	Cerro
	2	Abete Bianco		16	Querce Sempreverdi
	3	Larici		17	Altre Latifoglie
	4	Pini Di Montagna		18	Conifere
	5	Pini Mediterranei		19	Cedui di Eucalipto
	6	Altre Conifere		20	Cedui di Altre Latifoglie
	7	Faggio Europeo		21	Pioppeti
	8	Cerro		22	Altre Piantagioni di Latifoglie
	9	Altre Querce		23	Piantagioni di Conifere
	10	Altre Latifoglie		24	Altro
2	11	Faggio Europeo	4	25	Foresta Rupestre
	12	Castagno		26	Foresta Ripariale
	13	Carpino		27	Arbusteti
	14	Altre Querce			

Data l'assenza di una relazione diretta tra le due forme di classificazione, quella trentina e quella usata da INEMAR, si è reso necessario procedere alla rielaborazione ed allo smembramento dei dati forniti dall'Ufficio Foreste, mantenendo sempre la relazione con i comuni amministrativi. Per fare ciò ci si è avvalsi della collaborazione del personale del CRA-MPF di Villazzano di Trento²⁵ per quanto riguarda l'interpretazione delle informazioni squisitamente forestali; inoltre si è resa necessaria l'estrapolazione su base comunale ed una rielaborazione dei dati vettoriali a disposizione tramite un GIS.

In generale quindi si sono ricavati per ogni comune amministrativo trentino le superfici delle 27 tipologie INEMAR presenti, tali superfici sono relative all'anno 2005, anno di riferimento per la carta delle tipologie forestali della provincia. Per ricavarne l'andamento dall'anno 1989 al 2010, si è ricavato il coefficiente di accrescimento annuo dalle stime delle superficie dichiarate da ISPRA, e lo si è applicato alle superfici ricavate partendo dalla carta delle tipologie forestali trentine.

Proseguendo la ricerca di dati disponibili sul territorio, si sono ricavati anche i volumi di biomassa bruciata dagli incendi nei vari anni. Tale dato è stato estrapolato con opportune rielaborazioni, relative alle tipologie forestali bruciate, dal catasto degli incendi fornito dall'Ufficio Foreste e Fauna della PAT per tutti gli anni (dal 1989 al 2010).

I volumi di taglio derivanti dalle utilizzazioni forestali sono dati raccolti dagli undici Distretti Forestali dislocati nella Provincia di Trento, e tali volumi indicano il reale volume cormometrico (ossia il volume del fusto della pianta) che viene tagliato in una determinata particella forestale gestita a fustaia. I dati statistici provinciali forniscono anche delle stime di legname da taglio che viene prelevato dalle particelle di ceduo. Nonostante la disponibilità di tali informazioni non è stato possibile utilizzarle data la difficoltà riscontrata nel poter trasformare i dati relativi ai volumi cormometrici in volume dendrometrici (ossia comprensivi di fusto, cimale, ramaglie e ceppaia) utilizzati all'interno del modulo di calcolo.

²⁵ CRA-MPF, ossia Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura - Monitoraggio e Pianificazione Forestale, centro che cura la redazione dell'Inventario Nazionale delle Foreste e del Carbonio.

Si sottolinea inoltre che neppure i valori della “ripresa” dichiarati all’interno del PEFO, possono essere dei valori considerati realistici, dato che si tratta solo di indicazioni di piano al taglio, e non rappresentano i reali volumi tagliati. Di conseguenza si è preferito utilizzare le stime di utilizzazioni fatte da ISPRA per l’INFC 2006.

Anche per quanto riguarda il dato di stock di biomassa per l’anno base, 1989, si è partiti dai dati dell’inventario nazionale, dato che non risulta possibile caratterizzare ulteriormente nel dettaglio i volumi di biomassa presente nel territorio, non essendo disponibile un dato raffrontabile all’interno dei dati provinciali.

8.8 Combustibili fossili: gas metano, gasolio, olio, GPL

All'interno del Modulo Puntuali per ogni ditta vengono specificate le attività presenti con i rispettivi indicatori. Per le attività di combustione nella maggior parte dei casi si ha come indicatore il consumo di combustibile espresso come energia sprigionata nell'ossidazione. Inoltre per una stessa attività interna ad un determinato stabilimento è possibile avere più di un combustibile.

Esistono delle attività che rientrano nel Settore 03.03 - *Processi industriali di combustione con contatto* che pur facendo parte dei processi di combustione hanno come indicatore la quantità di materiale prodotta e non il combustibile bruciato. Tali quantità di combustibile vanno considerate all'interno della valutazione globale sul combustibile bruciato, anche se non direttamente ricavabili dai dati di input del Modulo Puntuali.

8.8.1 GAS Metano

La quantità di gas metano bruciato in provincia dalle singole utenze e dalle industrie sono ricavate analizzando i dati forniti sia dalle singole ditte distributrici sul territorio (Tabella 33) sia dal gestore della rete di gasdotti SNAM.

Tabella 33 - Ditte distributrici di gas metano sul territorio provinciale, e rispettivi comuni serviti

Ditta Distributrice	Comune
A2A	Cimego, Condino, Pieve di Bono
AIR	Mezzolombardo
AltoGarda Servizi	Arco, Dro, Riva del Garda, Tenno
Dolomiti Reti	Ala, Albiano, Aldeno, Andalo, Baselga Di Pinè, Bedollo, Besenello, Bieno, Borgo Valsugana, Bosentino, Brentonico, Calavino, Calceranica, Caldonazzo, Calliano, Campitello, Campodenno, Capriana, Carano, Carzano, Castello - Molina Di Fiemme, Castello Tesino, Castelnuovo, Cavalese, Cavedago, Cavedine, Cembra, Centa S.Nicolo, Cinte Tesino, Civezzano, Cles, Cunevo, Daiano, Denno, Fai Della Paganella, Faver, Flavon, Folgaria, Fornace, Giovo, Grigno, Ivano Fracena, Lasino, Lavarone, Lavis, Levico Terme, Lisignago, Lona-Lases, Luserna, Mazzin, Mezzocorona, Moena, Mori, Nago, Nanno, Nave San Rocco, Nogaredo, Nomi, Novaledo, Ospedaletto, Padergnone, Panchià, Pieve Tesino, Pomarolo, Pozza Di Fassa, Predazzo, Roncegno, Rovere` Della Luna, Rovereto, Samone, San Michele All Adige, Scurelle, Segonzano, Soraga, Sover, Spera, Spormaggiore, Sporminore, Strigno, Taio, Tassullo, Telve Di Sopra, Telve Valsugana, Tenna, Terlago, Terragnolo, Terres, Tesero, Torbole S/G, Torcegno, Trambileno, Trento, Tuenno, Valda, Valfioriana, Varena, Vattaro, Vervo', Vezzano, Vigo Di Fassa, Vigolo Vattaro, Villa Agnedo, Villa Lagarina, Volano, Zambana, Ziano Di Fiemme
EnelGas	Avio
Giudicarie Gas	Bondo, Bondone, Lardaro, Preore, Ragoli, Roncone, Tione
ItalGas	Storo
STET	Pergine

Le ditte distributrici di gas rendono disponibili i dati dei volumi venduti nel corso dell'anno 2010 suddivisi tra gli usi Civili ed Industriali per ogni comune. Questi dati richiedono un'ulteriore analisi e suddivisione per poter essere attribuiti alle varie attività SNAP97; sono inoltre necessarie alcune integrazioni e correzioni spiegate di seguito.

Il totale del volume di gas definito come *civile* viene suddiviso tra consumo *residenziale* e *terziario* secondo un coefficiente ricavato dal uno studio ENEA sui consumi energetici del comparto civile [ENEA 2009]. Quindi si attribuiscono i rispettivi consumi per comune alle attività di riscaldamento di tipo residenziale con caldaie a metano (attività 02.02.02) e di tipo terziario con caldaie a metano (attività 02.01.03).

Per quel che riguarda il consumo di gas per usi *industriali* (attività *03.01.03*) si rende necessaria un'analisi più approfondita sui consumi, a partire dai dati derivanti da:

- vendite industriali delle ditte distributrici;
- consumo dichiarato dalle ditte inserite nel Modulo Puntuali (aumentato del consumo di combustibile non inserito in INEMAR per le attività *03.03.xx* ma dichiarato dalle ditte);
- vendita provinciale della Rete SNAM.

A livello provinciale si dovrebbe verificare la condizione per cui la somma dei primi due contributi (il totale del gas venduto dalle ditte distributrici ed i consumi già considerati in INEMAR) è uguale od inferiore al totale venduto dalla Rete SNAM.

Per fare ciò si parte da un'ipotesi di base per cui la somma di tutti i consumi industriali delle ditte distributrici e dei consumi del Modulo Puntuale devono essere uguali alla somma della vendita provinciale della Rete SNAM e del metano delle ditte del Modulo Puntuali che comprano il gas fuori provincia. In particolare la ditta Condino Energia acquista metano nella provincia di Brescia, e quindi non rientra nei quantitativi dichiarati da SNAM.

Tale ipotesi non viene soddisfatta poiché si ha all'incirca un eccesso di 14,6 milioni di m³ di metano, questo perché le vendite ad uso Industriale delle ditte distributrici in alcuni casi comprendono anche i consumi già inseriti nel Modulo Puntuale.

Nei comuni dove si verifica tale condizione si rende necessaria una riduzione del quantitativo di gas considerato, in modo da non incappare nel doppio conteggio di consumo di combustibile.

Dalla rielaborazione dei dati di consumo e vendita di gas si ottiene quindi per ogni comune il quantitativo di gas definito come "industriale diffuso"(sempre per l'attività *03.01.03*).

Tale analisi permette inoltre di determinare il gas "totale" distribuito in ogni comune, dato dalla somma corretta dei tre contributi sopra elencati, tale valore viene utilizzato come indicatore e proxy per l'attività *05.06.01* - distribuzione di gas tramite condotte.

8.9 Fattori di emissione

8.9.1 Macrosettore 01 - Produzione energia e trasformazione combustibili

Tabella 34 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per il teleriscaldamento a legna e similari nel Macrosettore 01 e delle variazioni apportate

Inquinante	UM	INEMAR6		INEMAR5		Variazione
		FE	Fonte	FE	Fonte	
SO ₂	g /GJ	38,4	EEA 2010			new
NO _x	g /GJ	173	Arpa Lomb 2010			new
COV	g /GJ	10	Arpa Lomb 2010			new
CH ₄	g /GJ	30	ANPA	30	ANPA	
CO	g /GJ	34,6	Arpa Lomb 2010	644	EPA 1995	-95%
N ₂ O	g/GJ	14	ANPA	14	ANPA	
PTS	g /GJ	8,3	Arpa Lomb 2010			new
CO ₂ lorda	kg/GJ	124,9	EEA 1999	124,9	EEA 1999	
As	mg /GJ	1,4	EEA 2010			new
Cd	mg /GJ	1,8	EEA 2010			new
Cr	mg /GJ	6,5	EEA 2010			new
Cu	mg/GJ	4,6	EEA 2010			new
Hg	mg/GJ	0,7	EEA 2010			new
Ni	mg/GJ	2	EEA 2010			new
Pb	mg/GJ	24,8	EEA 2010			new
Se	mg/GJ	0,5	EEA 2010			new
Zn	mg/GJ	114	EEA 2010			new
DIOX (TCDDe)	ng/GJ	50	EEA 2010			new
IPA-Tot	mg/GJ	1,53	EEA 2010			new
BaP	mg/GJ	1,1	EEA 2010			new

Dove le fonti dei fattori di emissione sono riportate schematicamente qui sotto.

EPA 1995	EPA/AP-42 5a edizione, gennaio 1995 e aggiornamenti.
EEA 1999	EMEP/EEA Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd edition (sett 1999).
ANPA	Dati trasmessi da ANPA (R.De Lauretis) per l'Inventario Emissioni Regione Aria (INEMAR) Lombardia; eventuali aggiunte effettuate dal gruppo di lavoro INEMAR da definire.
Arpa Lomb 2010	Elaborazioni di Arpa Lombardia su fattori di emissione reperiti in letteratura per Inventario 2010.
EEA 2010	EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, 2009 (June 2010 Update).

8.9.2 Macrosettore 02 - Combustione non industriale

Tabella 35 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a metano ed a GPL di potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 02 e delle variazioni apportate

Settore residenziale (02.02.02) / non residenziale (02.01.03 e 02.03.02)							
Inquinante	UM	METANO			GPL		
		Nuovo FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione	Nuovo FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione
SO ₂	g /GJ	0.5	0.5		0.22		<i>new</i>
NO _x	g /GJ	34.82	50	-30%	50	50	
COV	g /GJ	5	5		2	2	
CH ₄	g /GJ	2.5	3	-17%	1	1	
CO	g /GJ	25	25		10	10	
CO ₂	kg/GJ	55	55		62.44	62.44	
N ₂ O	g /GJ	1	3	-67%	2	14	-86%
PM2.5	g /GJ	0.2	0.2		0.2	0.2 / 0.3	- / -33%
PM10	g /GJ	0.2	0.2		0.2	0.2 / 0.3	- / -33%
PTS	g /GJ	0.2	0.2		0.2	0.2 / 0.3	- / -33%
Cd	mg/GJ	0.515		<i>new</i>	0.515		<i>new</i>
Pb	mg/GJ	0.984		<i>new</i>	0.984		<i>new</i>
Hg	mg/GJ	0.2	0.04 / 0.2	400% / -	0.2		<i>new</i>
As	mg/GJ	0.0937		<i>new</i>	0.0937		<i>new</i>
Cr	mg/GJ	0.656		<i>new</i>	0.656		<i>new</i>
Cu	mg/GJ	0.398		<i>new</i>	0.398		<i>new</i>
Ni	mg/GJ	0.984		<i>new</i>	0.984		<i>new</i>
Se	mg/GJ	0.0112		<i>new</i>	0.0112		<i>new</i>
Zn	mg/GJ	13.6		<i>new</i>	13.6		<i>new</i>
DIOX	ng/GJ	1.5 (res.) / 2 (no res.)		<i>new</i>	10		<i>new</i>
BaP	mg/GJ	0.000562	0.000562		0.00056		<i>new</i>
IPA-CLTRP	mg/GJ	0.00308		<i>new</i>	0.00308		<i>new</i>

Tabella 36 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a gasolio e a olio combustibile con potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 02 e delle variazioni apportate

Settore residenziale (02.02.02) / non residenziale (02.01.03 e 02.03.02)							
Inquinante	UM	GASOLIO			OLIO COMBUSTIBILE		
		Nuovo FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione	Valore FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione
SO ₂	g/GJ	46.86	100	-53%	146.2	150	-3%
NO _x	g/GJ	50	60 / 50	-17% / -	150	150	
COV	g/GJ	3	3		12	10	20%
CH ₄	g/GJ	7	7		3	3	
CO	g/GJ	20	20		16	16	
CO ₂	kg/GJ	73.69	74 / 73	-0.4% / 0.9%	75.66	76	-0.5%
N ₂ O	g/GJ	2	14	-86%	2	14	-86%
PM2.5	g/GJ	5	5		12	27	-55%
PM10	g/GJ	5	5		15	33	-55%
PTS	g/GJ	5	5		18	40	-55%
Pb	mg/GJ	4.7	4.7		26/0.95	26/0.95	
Cd	mg/GJ	1.2	1.2		0.57/0.55	0.57/0.55	
Hg	mg/GJ	0.03 (res.) / 0.1 (no res.)	0.024	25% / 317%	0.024	0.024	
As	mg/GJ	1.2	1.2		0.57	0.57	
Cr	mg/GJ	0.5	0.5		0.55/1.2	0.55/1.2	
Cu	mg/GJ	1.2	1.2		1.2/0.53	1.2/0.53	
Ni	mg/GJ	1.2	1.2		0.18 - 26	0.18 - 26	
Se	mg/GJ	0.02	0.02		0.95 - 0.5	0.95 - 0.5	
Zn	mg/GJ	2.3	2.3		0.5 - 0.11	0.5 - 0.11	
DIOX	ng/GJ	10		<i>new</i>	10	3.9	156%
BaP	mg/GJ	0.08	10 / 5.2	-99% / -98%	0.08		<i>new</i>
IPA-CLTRP	mg/GJ	0.348		<i>new</i>	0.3636		<i>new</i>
PCB	mg/GJ				0.0878		<i>new</i>

Tabella 37 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a legna e similari di potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 02 e delle variazioni apportate

Inquinante	UM	INEMAR6		INEMAR5		Variazione
		FE	Fonte	FE	Fonte	
NO _x	g/GJ	270	Arpa Piem 2008	80	EEA 1999	238%
COV	g/GJ	600	EEA 1999	600	EEA 1999	
CH ₄	g/GJ	400	ANPA	400	ANPA	
CO	g/GJ	7500	EEA 1999	7500	EEA 1999	
N ₂ O	g/GJ	14	EPA 1995	14	EPA 1995	
PM10	g/GJ	60	Arpa Piem 2008			new
As	mg/GJ	0,5	EEA 2010			new
Cd	mg/GJ	2	EEA 2010	9,6	ANPA	-79%
Cr	mg/GJ	1	EEA 2010			new
Cu	mg/GJ	9,6	ANPA	9,6	ANPA	
Hg	mg/GJ	0,4	EEA 2010	0,55	Kubica 2005	-27%
Ni	mg/GJ	2	EEA 2010			new
Pb	mg/GJ	40	EEA 2010	4,8	ANPA	733%
Zn	mg/GJ	191,2	ANPA	191,2	ANPA	
DIOX (TCDDe)	ng/GJ	326	EEA 2010			new
CO ₂ lorda	kg/GJ	83,8	FIRE 2003	83,8	FIRE 2003	
BaP	mg/GJ	44,6	EEA 2010			new

Dove le fonti dei fattori di emissione sono riportate schematicamente qui sotto.

<i>EPA 1995</i>	EPA/AP-42 5a edizione, gennaio 1995 e aggiornamenti.
<i>EEA 1999</i>	EMEP/EEA Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd edition (sett 1999).
<i>ANPA</i>	Dati trasmessi da ANPA (R.De Lauretis) per l'Inventario Emissioni Regione Aria (INEMAR) Lombardia; eventuali aggiunte effettuate dal gruppo di lavoro INEMAR da definire.
<i>EEA 2010</i>	EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, 2009 (June 2010 Update).
<i>Arpa Piem 2008</i>	Fattori di emissione per combustioni, Sordi-Mussinatto-Benedetti, 03/06/2008
<i>FIRE 2003</i>	FIRE, Air CHIEF version 10, Emission Factor and Inventory Group EMAD/OAQPS, EPA 454/C-03-001, January 2003
<i>Kubica 2005</i>	Costs and Environmental Effectiveness of Reducing Mercury Emissions to Air from Small-Scale Combustion Installations (SCIs), comunicazione personale luglio 2005, Kubica K.

Tabella 38 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per gli impianti di combustione residenziale a legna e similari per CO, COV, NO_x e PM10, ossia per gli inquinanti per i quali si hanno avuto variazioni tra INEMAR5 e INEMAR6

Settore residenziale (02.02.xx) LEGNA E SIMILARI						
Inquinante	UM	INEMAR6		INEMAR5		Variazioni
		FE	Fonte	FE	Fonte	
<i>Attività 02.02.06 - Camino aperto tradizionale</i>						
CO	g/GJ	5000	ENEA SSC - 2012	5600	Arpa Lomb	-11%
COV	g/GJ	1000	ENEA SSC - 2012	2800	Arpa Lomb	-64%
NO _x	g/GJ	100	ENEA SSC - 2012	100	Arpa Lomb	0%
PM10	g/GJ	860	ENEA SSC - 2012	500	Arpa Lomb	72%
<i>Attività 02.02.07 - Stufa tradizionale a legna</i>						
CO	g/GJ	5000	ENEA SSC - 2012	5600	Arpa Lomb	-11%
COV	g/GJ	300	ENEA SSC - 2012	1100	Arpa Lomb	-73%
NO _x	g/GJ	100	ENEA SSC - 2012	100	Arpa Lomb	0%
PM10	g/GJ	480	ENEA SSC - 2012	250	Arpa Lomb	92%
<i>Attività 02.02.08 - Camino chiuso o inserto</i>						
CO	g/GJ	4000	ENEA SSC - 2012	-		new
COV	g/GJ	300	ENEA SSC - 2012	-		new
NO _x	g/GJ	100	ENEA SSC - 2012	-		new
PM10	g/GJ	380	ENEA SSC - 2012	-		new
<i>Attività 02.02.09 - Stufa o caldaia innovativa</i>						
CO	g/GJ	4000	ENEA SSC - 2012	5600	Arpa Lomb	-29%
COV	g/GJ	300	ENEA SSC - 2012	1100	Arpa Lomb	-73%
NO _x	g/GJ	100	ENEA SSC - 2012	100	Arpa Lomb	0%
PM10	g/GJ	380	ENEA SSC - 2012	250	Arpa Lomb	52%
<i>Attività 02.02.10 - Stufa automatica a pellets o cippato o BAT legna</i>						
CO	g/GJ	150	ENEA SSC - 2012	2300	Arpa Lomb	-93%
COV	g/GJ	15	ENEA SSC - 2012	550	Arpa Lomb	-97%
NO _x	g/GJ	100	ENEA SSC - 2012	60	Arpa Lomb	67%
PM10	g/GJ	76	ENEA SSC - 2012	150	Arpa Lomb	-49%
<i>Attività 02.02.11 - Sistema BAT pellets</i>						
CO	g/GJ	500	EEA 2010	1100	Arpa Lomb	-55%
COV	g/GJ	20	EEA 2010	110	Arpa Lomb	-82%
NO _x	g/GJ	90	EEA 2010	100	Arpa Lomb	-10%
PM10	g/GJ	76	EEA 2010	70	Arpa Lomb	9%

Dove le fonti dei fattori di emissione sono riportate schematicamente qui sotto.

ENEA SSC - 2012	Elaborazioni studio condotto da Politecnico di Milano per ENEA SSC - 2012
ANPA	Dati trasmessi da ANPA (R.De Lauretis) per l'Inventario Emissioni Regione Aria (INEMAR) Lombardia; eventuali aggiunte effettuate dal gruppo di lavoro INEMAR da definire.
Arpa Lomb	Elaborazioni di Arpa Lombardia su fattori di emissione reperiti in letteratura sulla combustione della legna.
EEA 2010	EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, 2009 (June 2010 Update).

8.9.3 Macrosettore 03 - Combustione nell'industria

Tabella 39 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a metano e GPL con potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 03

Settore industriale (03.01.03)							
Inquinante	UM	METANO			GPL		
		Nuovo FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione	Nuovo FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione
SO ₂	g/GJ	0,5	0,29	-99%	0,22		new
NO _x	g/GJ	63	63	0%	63	50	26%
COV	g/GJ	2,5	2,5	0%	2	2	
CH ₄	g/GJ	1	2,5	-60%	1	1	
CO	g/GJ	13	20	-35%	10	10	
CO ₂	kg/GJ	55,83	55,83	1%	62,44	62,44	
N ₂ O	g/GJ	0,3	3	-90%	2	14	-86%
PM _{2,5}	g/GJ	0,2	0,2	0%	0,2		new
PM ₁₀	g/GJ	0,2	0,2	0%	0,2		new
PTS	g/GJ	0,2	0,2	0%	0,2	0,2	
Pb	mg/GJ	0,984	0,24	310%	0,984		new
Cd	mg/GJ	0,515		new	0,515		new
Hg	mg/GJ	0,234	0,2	17%	0,2		new
As	mg/GJ	0,094	0,0973	-3%	0,0937		new
Cr	mg/GJ	0,656	0,681	-4%	0,656		new
Cu	mg/GJ	0,398	0,413	-4%	0,398		new
Ni	mg/GJ	0,984	1,022	-4%	0,984		new
Se	mg/GJ	0,011		new	0,0112		new
Zn	mg/GJ	13,6	14,107	-4%	13,6		new
DIOX	ng/GJ	2		new	10		new
BaP	mg/GJ	0,000562		new	0,000562		new
IPA-CLTRP	mg/GJ	0,00308		new	0,00308		new

Tabella 40 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per le caldaie a gasolio e olio combustibile con potenza termica < 50 MW nel Macrosettore 03

Settore industriale (03.01.03)							
Inquinante	UM	GASOLIO			OLIO COMBUTIBILE		
		Nuovo FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione	Valore FE	Valore FE INEMAR5_07	Variazione
SO ₂	g/GJ	46,86	141	-67%	488	980	-50%
NO _x	g/GJ	70	80	-13%	100	160	-38%
COV	g/GJ	3	1,5	100%	3	3	
CH ₄	g/GJ	0,1	1,5	-93%	3	3	
CO	g/GJ	10	12	-17%	10	10	
CO ₂	kg/GJ	73,69	73,32	1%	75,66	74,66	1%
N ₂ O	g/GJ	2	14	-86%	2	14	-86%
PM2,5	g/GJ	5		<i>new</i>	13,1		<i>new</i>
PM10	g/GJ	5		<i>new</i>	15		<i>new</i>
PTS	g/GJ	5	5		18,8	50	-62%
Pb	mg/GJ	4,7	4,7		26	26	
Cd	mg/GJ	1,2	1,2		0,57	0,57	
Hg	mg/GJ	0,1		<i>new</i>	0,53	0,53	
As	mg/GJ	1,2	1,2		0,57	0,57	
Cr	mg/GJ	0,5	0,5		0,55	0,55	
Cu	mg/GJ	1,2	1,2		1,2	1,2	
Ni	mg/GJ	1,2	1,2		0,18	0,18	
Se	mg/GJ	0,02	0,02		0,95	0,95	
Zn	mg/GJ	2,3	2,3		0,5	0,5	
DIOX	ng/GJ	10		<i>new</i>	10	5,4	85%
BaP	mg/GJ	0,08		<i>new</i>	0,08		<i>new</i>
IPA-CLTRP	mg/GJ	0,348		<i>new</i>	0,3636		<i>new</i>
					0,0878		

8.9.4 Macrosettore 06 - Uso di solventi

Tabella 41 - Riassunto dei fattori di emissione dell'inquinante COV presenti in INEMAR6_10 per il Macrosettore 06 e che sono utilizzati dal calcolo del Modulo Diffuse; variazioni apportate rispetto ad INEMAR5

Macrosettore 06, Fattori Emissioni per COV del Modulo Diffuse						
Attività	UM	INEMAR6		INEMAR5		Variazioni
		FE	Fonte	FE	Fonte	
06.01.02 - Verniciatura: riparazione di autoveicoli	g/t_vernice	360000	APPA-TN 2012	605500	AGIP SNAM 1999	-41%
06.01.04 - Verniciatura: uso domestico (eccetto 6.1.7)	g/t_vernice	67710	IIR 2012	150000	EEA 2008	-55%
06.01.07 - Verniciatura: legno	g/t_vernice	320000	APPA-TN 2012	60300	INEMAR 2001	431%
06.02.02 - Pulitura a secco	g/kg_solvente	50	IIR 2012	50	NIR 2007	-
06.04.03 - Industria della stampa	g/kg_inchiostro	30,87	INEMAR 2007	30,87	INEMAR 2007	-
06.04.08 - Uso di solventi domestici (oltre la verniciatura)	g/abitanti	1810	IIR 2012	2006,2	De Laurentis	-10%

Dove le fonti dei fattori di emissione sono riportate schematicamente qui sotto.

INEMAR 2001	Dati esistenti in inemar 2001
EEA 2008	EMEP/EEA Emission Inventory Versione 2008
AGIP SNAM 1999	Elaborazioni su dati AGIP, "Rapporto Ambientale", 1999 e SNAM, "Rapporto Ambientale, 1999
NIR 2007	Elaborazione APAT a partire dati dell'inventario nazionale delle emissioni serie storica 1990-2005 (NIR, 2007)
De Laurentis	Fattore di emissione per l'uso dei solventi domestici. Riccardo De Lauretis c. p.
IIR 2012	Informative Inventory Report 2012, Annual Report for submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
APPA-TN 2012	Approfondimento su fattori di emissione e Indicatori M06, Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Trento, anno 2012
INEMAR 2007	Dati misurati presenti nel modulo emissioni puntuali del database inemar, 2007

8.9.5 Macrosettore 08 - Altre sorgenti mobili e macchinari

Tabella 42 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per l'attività 08.06.00 - Agricoltura a diesel nel Macrosettore 08

Inquinante	UM	INEMAR6		INEMAR5		Variazione
		FE	Fonte	FE	Fonte	
SO ₂	g/GJ	2,34	EEA 2010	13	De Laurentis	-82%
NO _x	g/GJ	821,06	EEA 2010	924	De Laurentis	-11%
COV	g/GJ	78,87	EEA 2010	146	De Laurentis	-46%
CH ₄	g/GJ	1,29	EEA 2010	4	EEA 1999	-68%
CO	g/GJ	256,3	EEA 2010	412	EEA 1999	-38%
CO ₂	kg/GJ	74,04	EEA 2010	73,15	De Laurentis	1%
N ₂ O	g/GJ	3,19	EEA 2010	28	EEA 1999	-89%
NH ₃	g/GJ	0,19	EEA 2010	0,2	EEA 1999	-6%
PM10	g/GJ	40,72	EEA 2010	139,02	CEPMEIP	-71%
PTS	g/GJ	40,72	EEA 2010	146,34	CEPMEIP	-72%
As	mg/GJ	0	EEA 2010			new
Cd	mg/GJ	0,23	EEA 2010	0,04	De Laurentis	445%
Cr	mg/GJ	1,17	EEA 2010	0,13	De Laurentis	822%
Cu	mg/GJ	39,83	EEA 2010	3,38	De Laurentis	1077%
Hg	mg/GJ	0	EEA 2010			new
Ni	mg/GJ	1,64	EEA 2010	0,23	De Laurentis	601%
Pb	mg/GJ	0,75	EEA 2010	248,6	SSP	-100%
Se	mg/GJ	0,23	EEA 2010	0,47	De Laurentis	-50%
Zn	mg/GJ	23,43	EEA 2010	0,74	De Laurentis	3049%
IPA-Tot	mg/GJ	77,79	EEA 2010			new
PM2.5	g/GJ	40,72	EEA 2010	132,07	CEPMEIP	-69%
CO ₂ lorda	kg/GJ	74,04	EEA 2010	73,15	De Laurentis	1%
BaP	mg/GJ	0,7	EEA 2010			new
IPA-TEQ	mg/GJ	1,36	EEA 2010			new

Dove le fonti dei fattori di emissione sono riportate schematicamente qui sotto.

EEA 2010	EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, 2009 (June 2010 Update)
De Laurentis	Fattori di emissione per off-road, Riccardo De Laurentis c.p.
EEA 1999	Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 2nd edition (sett 1999)
CEPMEIP	Data collected within the CEPMEIP project (Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories Projections and Guidance) www.air.sk/tno/cepmeip
SSP	Stazione Sperimentale Combustibile (c.p.)

8.9.6 Macrosettore 11 - Altre sorgenti e assorbimenti

Tabella 43 - Riassunto dei fattori di emissione presenti in INEMAR6_10 per l'attività 11.25.01 - Combustione di tabacco (sigarette e sigari)

Inquinante	UM	INEMAR6		INEMAR5		Variazione
		FE	Fonte	FE	Fonte	
SO ₂	g /GJ	499	Arpa Lomb 2010			new
NO _x	g /GJ	2358,7	Arpa Lomb 2010			new
COV	g /GJ	2131,9	Arpa Lomb 2010			new
CH ₄	g /GJ	3743,55	Arpa Lomb 2010			new
CO	g /GJ	50000	INEMAR 2002	50000	INEMAR 2001	
N ₂ O	g/GJ	100,02	Arpa Lomb 2010			new
PTS	g /GJ	10000	INEMAR 2001	10000	INEMAR 2001	
CO ₂ lorda	kg/GJ	1458,38	Arpa Lomb 2010			new
DIOX (TCDDe)	ng/GJ	500	Arpa Lomb 2010			new
BaP	mg/GJ	1739,57	Arpa Lomb 2010			new

Dove le fonti dei fattori di emissione sono riportate schematicamente qui sotto.

Arpa Lomb 2010 Elaborazioni di Arpa Lombardia su fattori di emissione reperiti in letteratura per Inventario 2010.

INEMAR 2001 Dati esistenti in INEMAR 2001, Arpa Lombardia

8.10 Analisi combustibile legna per riscaldamento domestico Settore 02.02.

Nel corso dell'autunno 2012 il Servizio Statistica della Provincia Autonoma di Trento ha realizzato un'indagine CATI (Computer-Assisted Telephone Interviewing) sull'utilizzo della legna in Trentino, riferita all'anno 2011, [SS-PAT 2012].

Da tale indagine si sono dedotte alcune informazioni medie sul territorio provinciale:

- percentuale di nuclei abitativi che fanno uso di legna, rispetto al totale dei nuclei trentini,
- consumo medio di legna per ogni nucleo abitativo espresso come tonnellate di legna all'anno,
- suddivisione della tecnologia del sistema di combustione a legna utilizzato.

Tali informazioni sono state fornite suddivise in due classi in base alla quota altimetrica, ossia nelle classi dei comuni sotto gli 800 m s.l.m. e dei comuni sopra gli 800 m s.l.m.

Partendo da tali dati si è potuto elaborare delle variabili adeguate a caratterizzare gli indicatori e le proxy relativi alle seguenti attività:

- 02.02.06 - *Camino aperto tradizionale;*
- 02.02.07 - *Stufa tradizionale a legna;*
- 02.02.08 - *Camino chiuso o inserto;*
- 02.02.09 - *Stufa o caldaia innovativa;*
- 02.02.10 - *Stufa automatica a pellet o cippato o BAT legna;*
- 02.02.11 - *Sistema BAT a pellet.*

8.10.1 Stima dell'indicatore: consumo di legna

I comuni sotto gli 800 m s.l.m sono 143 e comprendono 85,3% della popolazione e 85,1% dei nuclei famigliari provinciali, mentre i comuni al di sopra degli 800 m s.l.m sono 74 e comprendono 14,7% della popolazione e 14,9% dei nuclei famigliari provinciali. In Tabella 44 sono riportate le prime due grandezze ricavabili dall'indagine del Servizio Statistica ed utilizzate per la stima degli indicatori. Si può osservare come all'aumentare della quota aumentino sia la percentuale di utilizzo dei sistemi di riscaldamento a legna sia il consumo di legna. Si è stimato il consumo medio provinciale di legna relativo all'anno 2010 utilizzando la popolazione residente nel 2010 e i nuclei familiari. In Tabella 44 il consumo medio provinciale è espresso in termini di peso e di energia ricavabile dalla combustione.

Tabella 44 - Dati su utilizzo dei sistemi di riscaldamento, sul consumo di legna (indagine del Servizio statistica [SS-PAT 2012]) e stime dei consumi di legna provinciali

		UM	Sotto 800 m	Sopra 800m	Tot provinciale
Dati da indagine statistica	Percentuale di nuclei famiglie con almeno un sistema a legna	-	58,7%	93,72%	-
	Consumo medio legna per nucleo familiare	t/anno	2,84	4,02	-
Stime per 2010	Consumo totale di legna stimato	t/anno	208.822	78.395	295.082
	Consumo totale di legna stimato	GJ/anno	2.716.772	1.019.922	3.736.694

Data l'assenza di studi specifici per gli inventari 2005 e 2007 il calcolo dei consumi di legna era stato derivato da una metodologia proposta per la Provincia di Bolzano [TIS 2009] e ritenuta adeguata anche per la Provincia di Trento. Tale metodologia deriva da una indagine sul consumo di legna per il riscaldamento domestico condotta tramite compilazione di questionari da parte degli spazzacamini in alcuni comuni della Provincia di Bolzano. L'estensione sull'intera provincia di Bolzano è effettuata tramite correlazioni lineari con: dati climatici, copertura forestale ed agricola comunale, numero di abitazioni e residenti. Quindi per gli inventari 2005 e 2007 era stata applicata la medesima metodologia al territorio trentino con l'ipotesi che ci fossero caratteristiche simili di consumo di legna, sistemi di combustione e ripartizione sul territorio delle classi comunali.

Per quanto riguarda il presente inventario si è ritenuto più corretto tralasciare la precedente metodologia ed utilizzare i dati raccolti tramite l'indagine CATI [SS-PAT 2012]. Si ritiene che questa risulti più attendibile essendo basata su un campione statistico significativo del territorio trentino e non su una metodologia indiretta ottenuta tramite dati raccolti in Provincia di Bolzano.

La stima del consumo complessivo di legna effettuata tramite le due diverse metodologie per i due anni inventariali risulta molto simile; in particolare per il 2010 il consumo totale di legna è maggiore del 4,8% rispetto al 2007. La ridotta differenza tra le due stime rappresenta un risultato positivo poiché si ottengono valori confrontabili nonostante si utilizzino ipotesi e dati diversi.

8.10.2 Stima delle variabili proxy: consumi comunali

Le variabili proxy permettono di attribuire ad ogni comune un quantitativo di legna consumata per il riscaldamento domestico, ossia permettono di disaggregare l'indicatore provinciale sul territorio a scala comunale. Essendo disponibili i dati dell'indagine statistica 2012 suddivisi nelle due classi altimetriche (sotto e sopra gli 800 m s.l.m.) si è potuto mantenere tale relazione tra l'indicatore totale della specifica classe ed i rispettivi comuni. In questo caso il parametro di suddivisione dei consumi è stato il coefficiente di nuclei abitati per comune moltiplicati per la percentuale di nuclei che utilizzano legna²⁶.

Un'analisi particolare deve essere fatta per i comuni di Trento e Rovereto, dove si ritiene realistico ipotizzare che il consumo di legna sia inferiore rispetto agli altri comuni nella stessa classe di quota in quanto entrambe presentano caratteristiche tipiche delle città: avendo una

²⁶ Il numero di nuclei famigliari si calcola partendo dal dato dei nuclei famigliari dell'indagine statistica sulla popolazione del 2001 [ISTAT-pop 2001], e viene scalato in base alla popolazione presente negli anni 2001 e 2010.

grandezza maggiore²⁷ e presentando forme abitative (es. condomini) tipiche dei centri urbani. Per questi due comuni le variabili proxy sono state stimate in maniera proporzionale a quelle della metodologia dell'inventario 2007, ossia quella derivante dallo studio in Provincia di Bolzano che considerava questo tipo di peculiarità. Quindi gli esuberi dei consumi di questi comuni sono stati ridistribuiti proporzionalmente ai nuclei famigliari all'interno dei comuni della prima classe (sotto 800 m s.l.m.).

8.10.3 Suddivisione dei sistemi di combustione

Dall'indagine CATI effettuata dal Servizio Statistica per l'anno 2012, si ottengono anche informazioni relative ai tipi di sistemi di combustione utilizzati sul territorio provinciale, come riportato in Tabella 45. La classificazione propria del questionario presenta una disaggregazione superiore rispetto a quella richiesta per le attività presenti in INEMAR6. Quindi al fine di ottenere le percentuali utili a popolare l'inventario, si sono effettuate le seguenti aggregazioni:

02.02.07 - Stufa tradizionale a legna comprende cucina economica, stufa tradizionale e stufa in maiolica;

02.02.09 - Stufa o caldaia innovativa comprende stufa a ole e a combustione controllata;

02.02.11 - Sistema BAT a pellet comprende stufa a pellet, scaldabagno e caldaia;

i risultati sono presentanti in Tabella 46.

Per l'attività *02.02.10 - Stufa automatica a pellet o cippato o BAT legna* l'indagine statistica non ha riportato risultati, quindi tale attività risulterà assente nell'inventario 2010.

Tabella 45 - Sistemi di combustione della legna per uso domestico, in provincia di Trento (indagine del Servizio statistica [SS-PAT 2012])

	sotto 800 m slm	sopra 800 m slm
Cucina economica	46,4%	48,7%
Stufa tradizionale	15,4%	8,0%
Stufa a ole	20,1%	29,3%
Stufa in maiolica	2,3%	0,8%
Stufa a combustione controllata	0,1%	0,0%
Stufa a pellet	5,2%	3,0%
Caminetto aperto	2,6%	0,8%
Caminetto chiuso	4,5%	1,5%
Scaldabagno	1,0%	1,5%
Caldaia	2,3%	6,5%

²⁷ Per Trento la popolazione residente al 2010 è di 116.298 abitanti, per Rovereto è di 38.167 abitanti.

Tabella 46 - Percentuale dei sistemi di combustione per ogni attività SNAP, utilizzati in INEMAR6 2010

INEMAR6		sotto 800 m slm	sopra 800 m slm
02.02.06	Camino aperto tradizionale	3%	1%
02.02.07	Stufa tradizionale a legna	64%	57%
02.02.08	Camino chiuso o inserto	5%	2%
02.02.09	Stufa o caldaia innovativa	20%	29%
02.02.10	Stufa automatica a pellets o cippato o BAT legna	-	-
02.02.11	Sistema BAT pellet	8%	11%

Come termini di paragone si riportano anche le percentuali di utilizzo dei vari sistemi di combustione domestica della legna utilizzati per gli inventari 2005 e 2007 (Tabella 47) e quelle relative ad una precedente indagine CATI effettuata nel 2006 dal Servizio Statistica PAT e riportata in uno studio della Facoltà di Ingegneria di Trento [UNITN 2006] (Tabella 48).

Tabella 47 - Percentuale dei sistema di combustione utilizzata per l'inventario delle emissioni per gli anni 2005 e 2007 (classificazione INEMAR5)

INEMAR5		
02.02.06	Camino aperto	1%
02.02.07	Stufa tradizionale, camino chiuso o inserto	53%
02.02.08	Stufa o caldaia innovativa	23%
02.02.09	Sistema BAT a legna o stufa pellets	8%
02.02.10	Sistema BAT pellets	15%

Nel primo caso (Tabella 47) si possono confrontare le percentuali di diffusione tecnologica delle varie classi, ma facendo attenzione al cambio di classificazione delle attività avvenuto tra INEMAR5 ed INEMAR6. In particolare per l'inventario 2010 sono state separate le tecnologie "stufa tradizionale" e "camino chiuso o inserto".

Si osserva che utilizzando dati derivati dall'indagine altoatesina, per gli inventari 2005 e 2007 la diffusione della stufa tradizionale era sensibilmente inferiore rispetto ai dati del 2010 derivati dall'indagine locale, mentre era maggiore la diffusione di sistemi a combustione migliorata. Poiché i sistemi BAT sono meno inquinanti rispetto ai tradizionali, tale differenza si rispecchia chiaramente nel calcolo delle emissioni, come descritto nel Paragrafo 5.2.1.

Tabella 48 - Percentuale dei sistemi di combustione a legna da indagine CATI 2006 [UNITN 2006]

	Sotto 800 m s.l.m.	Sopra 800 m s.l.m.
Forno/cucina economica	47,8%	43,8%
Stufa tradizionale	19,2%	18,8%
Stufa a olle	17,3%	25,8%
Stufa a combustione controllata	1,9%	1,2%
Camino aperto	4,9%	0,9%
Camino chiuso	3,8%	2,3%
Caldaia	5,1%	7,2%

La classificazione introdotta dall'indagine CATI effettuata nel 2006 risulta in parte diversa rispetto all'indagine CATI del 2012 poiché sono assenti alcune classi: stufa in maiolica, stufa a

pellet e scaldabagno. Nonostante ciò dal confronto tra Tabella 45 e Tabella 48 si nota che le suddivisione tecnologica rimane abbastanza costante nelle due indagini e come già accennato sono prevalenti le tecnologie tradizionali di combustione di ciocchi di legna.