

**PRQA
VALLE D'AOSTA
2025-2031**

Allegato 2

**Inventario regionale
delle emissioni in
atmosfera – anno 2022**

Gruppo di lavoro:



Assessorato Opere pubbliche, territorio e ambiente - Dipartimento ambiente



ARPA Valle d'Aosta Sezione Aria, Atmosfera e pressioni sull'ambiente

Manuela Zublena - Devis Panont – Tiziana Magri – Claudia Desandré



Supporto alla stesura dei documenti di Piano: Poliedra - Politecnico di Milano

Gruppo di lavoro
Poliedra

Silvia Arcari
Alessandra Capiello
Selene Cremonesi

Sommario

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022	1
Fonti di emissione di inquinanti dell'aria	1
Macrosettore 01: Teleriscaldamento.....	3
Macrosettore 02: combustione non industriale	5
Macrosettori 03 - 04: combustione nell'industria e processi produttivi.....	9
Macrosettore 05: estrazione e distribuzione di combustibili fossili	11
Macrosettore 06 - uso di solventi.....	12
Macrosettore 07: trasporto su strada.....	13
Macrosettore 08: altre sorgenti mobili e macchinari	17
Macrosettore 09: trattamento e smaltimento rifiuti	19
Macrosettore 10: agricoltura	21
Macrosettore 11: natura	22
Quantità totale delle emissioni.....	24
Emissioni di PM ₁₀ , PM _{2.5} e BC.....	31
Emissioni di microinquinanti.....	32

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022

Fonti di emissione di inquinanti dell'aria

L'informazione riguardante le emissioni viene ottenuta attraverso la costruzione e il costante aggiornamento di un inventario delle sorgenti inquinanti presenti sul territorio regionale, gestito dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente e ad oggi aggiornato al 2022.

L'aggiornamento dei dati dell'Inventario Regionale delle emissioni in atmosfera viene elaborato ogni anno e pubblicato sul sito internet dell'ARPA Valle d'Aosta.

Per inventario delle emissioni si intende una serie organizzata di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e da attività antropiche, localizzati sul territorio con opportune tecniche di georeferenziazione. I dati sono raggruppati per inquinante, per attività, per combustibile, per unità territoriale (regione, provincia, comune, celle), per intervallo temporale (anno, mese, giorno). Esistono due approcci diversi per compilare un inventario delle emissioni:

- il metodo bottom-up che consiste nel calcolare le emissioni partendo dai dati di dettaglio (ad esempio le emissioni da traffico in una unità territoriale a partire dal numero di passaggi e dal tipo di veicoli);
- il metodo top-down che parte dai dati complessivi di sintesi e li disaggrega in funzione di parametri diversi (ad esempio dal consumo totale di combustibile per riscaldamento risalire al consumo per unità territoriale).

Per la Valle d'Aosta, l'inventario delle emissioni è stato costruito utilizzando in modo integrato entrambi i metodi.

Per quantificare le emissioni degli inquinanti dalle diverse sorgenti sono state effettuate sia misure dirette (ad esempio per gli impianti industriali con misure a camino) sia stime basate sulla definizione di un indicatore di attività e di un fattore di emissione (in particolare per sorgenti diffuse come gli impianti di riscaldamento ed il traffico stradale).

Quando sono stati raccolti i dati relativi agli indicatori dell'attività considerata è possibile stimare le emissioni di inquinanti utilizzando opportuni fattori di emissione tramite la formula $E = A \times F$, dove

- E è l'emissione prodotta (espressa come massa in tonnellate o chilogrammi);
- A è un indicatore di attività (ad esempio il combustibile impiegato per gli impianti termici o il numero di veicoli transitanti su di un tratto stradale);
- F è il fattore di emissione per quella attività espresso in grammi/unità di attività.

I fattori di emissione generalmente utilizzati sono quelli riportati nel Atmospheric Emission Inventory Guidebook redatto nell'ambito del progetto EMEP-CORINAIR.

Gli inquinanti considerati nell'inventario delle emissioni della Valle d'Aosta sono:

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022

- macroinquinanti: particolato (PM₁₀, PM_{2.5}), ossidi di azoto (NO_x), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO₂), composti organici volatili non metanici (COVNM), benzene (C₆H₆), ammoniaca (NH₃);
- gas climalteranti: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), esafluoruro di zolfo (SF₆);
- microinquinanti: arsenico (As), piombo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), rame (Cu), mercurio (Hg), nichel (Ni), selenio (Se), zinco (Zn), idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

I metalli pesanti hanno una notevole rilevanza sanitaria in quanto persistono nell'ambiente e danno luogo a fenomeni di bioaccumulo. Alcuni metalli, quali arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), nichel (Ni), e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono riconosciuti come importanti agenti cancerogeni e ricadono nella classe 1 (cancerogeni certi) dell'International Agency for Research on Cancer (IARC).

La presenza di numerose tipologie di sorgenti ha reso necessaria l'elaborazione di una loro classificazione in base a criteri univoci. In particolare, nell'ambito del progetto europeo CORINAIR è stata adottata una nomenclatura unica ed uguale per tutti detta SNAP97 (Selected Nomenclature for Air Pollution activities - Tab. 0.a). Tale classificazione si basa sulla ripartizione in undici macrosettori delle attività antropiche e naturali responsabili delle emissioni in atmosfera degli inquinanti monitorati.

Tab. 0.a - Macrosettori della classificazione SNAP97.

Macrosettore	Codice SNAP
Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione, teleriscaldamento	01
Combustione – terziario ed agricoltura	02
Combustione – industria	03
Processi produttivi	04
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	05
Uso di solventi	06
Trasporti stradali	07
Altre sorgenti mobili	08
Trattamento e smaltimento rifiuti	09
Agricoltura	10
Natura	11

Di seguito verrà presentata la stima delle emissioni per ognuno dei macrosettori sopra indicati.

Il presente inventario contiene dati relativi a 1.541 sorgenti, suddivise in 133 puntuali, 354 lineari e 1.054 areali; le emissioni vengono disaggregate in tutto il territorio regionale su 13.452 celle di 500 metri di lato.

Macrosettore 01: Teleriscaldamento

Attività:

010200 – teleriscaldamento

Indicatore

Come indicatore si utilizza l'energia derivante dalla combustione dei vari tipi di combustibile: materiale cippato, biogas o gasolio (Tab. 0.b).

Tab. 0.b - Consumi annuali di combustibile per il teleriscaldamento in Valle d'Aosta – anno 2022 (fonte: COA Finaosta).

Impianto	Combustibile	Consumo annuale
Aosta (TELCHA) ¹	Metano	90.067 MWh
Morgex	Cippato	20.459 MWh
Pollein autoporto	Cippato	4.553 MWh
Pré St. Didier	Cippato	10.372 MWh
La Thuile (2 impianti)	Cippato	26.557 MWh
Pila	Gasolio	10.157 MWh
Brissogne ²	Biogas	5.641.710 mc

I fattori di emissione

I fattori di emissione sono stati reperiti tra quelli definiti dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nel relativo Guidebook e quelli riportati nel database INEMAR degli inventari del Nord Italia.

Emissioni stimate

La stima delle emissioni totali, distinte per tipologia di combustibile e riferite all'intero territorio regionale, espresse in tonnellate, è riportata nelle tabelle seguenti (Tab. 0.c, Tab. 0.d, Tab. 0.e).

Tab. 0.c - Stima delle emissioni di macroinquinanti dovute ad impianti di teleriscaldamento in Valle d'Aosta (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Impianto	Stima delle emissioni da teleriscaldamento anno 2022 (t/anno)							
	NO _x	CO	SO ₂	PTS	COVNM	CH ₄	CO ₂ (kt)	N ₂ O
Aosta	3	10	<1	<1	1	<1	18	<1
Cervinia	6	5	<1	<1	<1	<1	9	<1
Brissogne	4	2	<1	<1	<1	<1	0	<1
Morgex	9	4	1	1	1	2	7	<1
Pré St. Didier	4	2	<1	1	<1	1	2	<1
La Thuile (2 impianti)	9	5	1	1	1	3	3	<1
Pollein autoporto	2	1	<1	<1	<1	<1	1	<1
Pila	19	6	2	<1	1	<1	3	<1
TOTALE	54	34	5	4	4	7	42	1

¹ L'impianto di Aosta produce anche energia elettrica.

² L'impianto di Brissogne produce anche energia elettrica.

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022

Tab. 0.d - Stima delle emissioni di microinquinanti dovute ad impianti di teleriscaldamento in Valle d'Aosta (fonte: ARPA Valle d'Aosta)

Impianto	Stima delle emissioni da teleriscaldamento anno 2022 (kg/anno)								
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Aosta	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,76
Brissogne	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cervinia	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Morgex	0,71	0,14	0,67	1,57	0,12	1,05	1,54	0,12	13,34
Pré St. Didier	0,35	0,07	0,34	0,79	0,06	0,53	0,77	0,05	6,76
La Thuile (2 impianti)	0,91	0,16	0,86	2,02	0,14	1,36	1,97	0,12	17,31
Pollein aeroporto	0,16	0,03	0,15	0,35	0,03	0,23	0,34	0,02	2,97
Pila	0,07	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,15	0,25	0,07
TOTALE	2,23	0,45	2,08	4,82	0,45	3,24	4,78	0,61	41,20

Tab. 0.e - Stima delle emissioni di idrocarburi e Black Carbon dovute ad impianti di teleriscaldamento in Valle d'Aosta (fonte: ARPA Valle d'Aosta)

Impianto	Stima delle emissioni da teleriscaldamento	
	IPA (kg/anno)	BC (tonn/anno)
Aosta	0	0
Cervinia	0	0
Brissogne	0	0
Morgex	2,79	0,33
Pré St. Didier	1,34	0,17
La Thuile (2 impianti)	3,37	0,42
Pollein aeroporto	0,57	0,07
Pila	1,65	0,73
TOTALE	9,72	1,73

Macrosettore 02: combustione non industriale

Attività:

020202 – impianti di riscaldamento residenziali (potenza termica < 50 MW)

Indicatore

Il clima della regione Valle d'Aosta ha sempre determinato forti richieste energetiche per il riscaldamento, con effetti importanti sulla qualità dell'aria, soprattutto nelle aree maggiormente antropizzate.

In passato i combustibili utilizzati per il riscaldamento erano la legna ed il carbone, mentre a partire dagli anni '50 hanno cominciato a diffondersi impianti di riscaldamento alimentati con derivati del petrolio (olio combustibile e gasolio). Solo a partire dagli anni 90 cominciano ad essere utilizzati combustibili alternativi e meno inquinanti (metano, gas propano liquido) e fonti di energia alternativa (solare, fotovoltaica).

Come indicatore di attività si utilizza il consumo di combustibile a livello comunale (per il metano) e regionale (per gli altri combustibili), disaggregato al livello comunale in base alle stime elaborate dal COA Finaosta e a quello degli impianti a biomassa del progetto Alcotra "RENERFOR" elaborato nel 2011. Negli ultimi anni risulta in calo olio combustibile fino al suo annullamento dal 2018.

Tab. 0.f - Stima dei consumi dei combustibili per riscaldamento residenziale dal 2017 al 2022 in Valle d'Aosta (fonti: varie).

Combustibile	Fonte dati	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Metano [milioni di mc]	ITALGAS	43,1	42,8	40,9	40,0	41,2	34,9
Gpl [tonn]	BER - COA	15.149	15.295	14.714	dato 2019	dato 2019	dato 2019
Gasolio [tonn]	BER - COA	48.093	48.227	46.962	dato 2019	dato 2019	dato 2019
Olio combustibile [tonn]	BER - COA	179	0	0	0	0	0
Kerosene [tonn]	BER - COA	61	56	41	dato 2019	dato 2019	dato 2019
Legna [tonn]	BER - COA	120.648	111.360	106.228	102.113*	108.237*	108.237*

Nella tabella precedente (Tab. 0.f) sono riportati i quantitativi regionali dei vari combustibili consumati negli ultimi anni. Il dato relativo alla legna deriva da elaborazioni del dato RENERFOR del 2011 ad oggi aggiornate al 2022 con gli ultimi 3 anni stimati in proporzione al dato del GSE.

I fattori di emissione

Sono stati utilizzati i fattori definiti nell'ambito del Guidebook dell'Agenzia Europea per l'Ambiente e, per la legna, si sono utilizzati quelli del Progetto INEMAR per il Piemonte.

Tipicamente il biossido di zolfo è prodotto soprattutto dagli impianti che utilizzano olio combustibile e kerosene, mentre gli impianti a legna producono quantitativi piuttosto elevati

di polveri e monossido di carbonio. Il metano ed il gpl hanno i fattori di emissione più bassi per molti degli inquinanti considerati.

Emissioni stimate

La stima delle emissioni totali per l'anno 2022, distinte per tipologia di combustibile e riferite all'intero territorio regionale, espresse in tonnellate, sono riportate nella tabella seguente (Tab. 0.g). Le emissioni di CO₂ da impianti a legna sono calcolate per la sola quota di biomassa proveniente da fuori Valle (47% del totale).

Tab. 0.g - Stima delle emissioni dei macroinquinanti dovute ad impianti di riscaldamento in Valle d'Aosta (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Combustibile	Stima delle emissioni da riscaldamento anno 2022 (t/anno)								
	NO _x	CO	SO ₂	PM10	COVNM	CH ₄	CO ₂ (kt)	N ₂ O	NH ₃
Metano	42	30	<1	<1	6	6	67	<1	0
GPL	34	7	<1	<1	1	3	43	<1	0
Gasolio	100	40	94	3	6	20	149	1	0
Kerosene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0
Legna	159	7.457	22	286	738	503	88	7	17
TOTALE	335	7.553	117	289	752	532	346	8	17

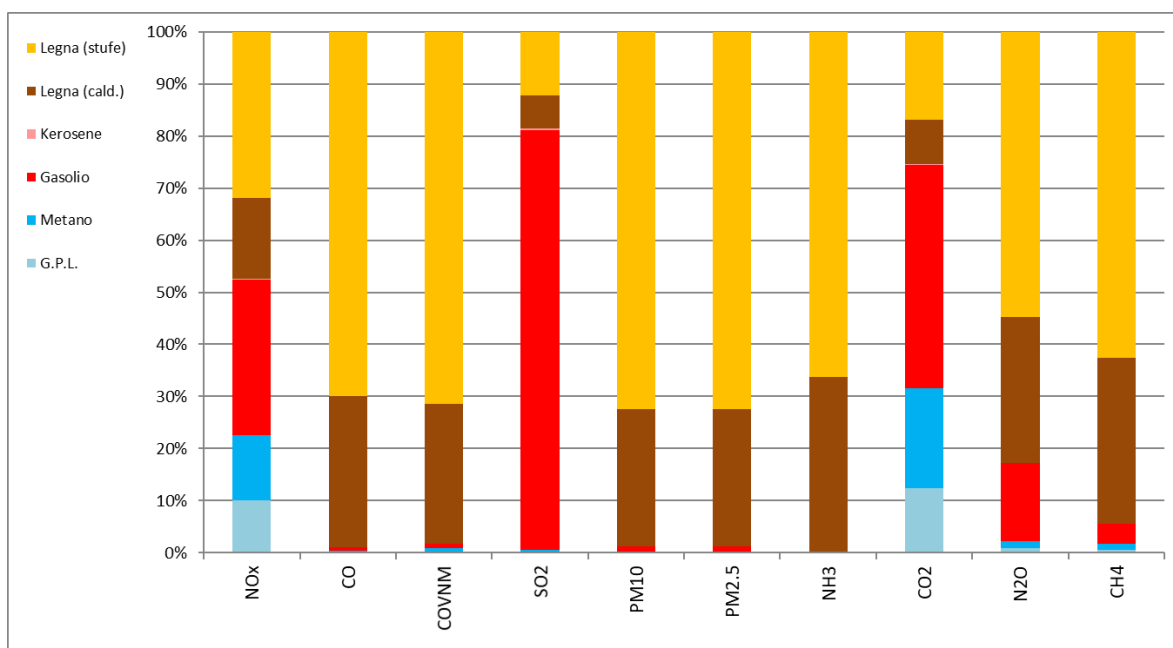


Fig. 0.a - Contributi dei combustibili utilizzati per il riscaldamento degli edifici alle emissioni di inquinanti.

Tab. 0.h - Stima delle emissioni di microinquinanti dovute ad impianti di riscaldamento in Valle d'Aosta (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Combustibile	Stima delle emissioni da riscaldamento anno 2022 (kg/anno)								
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Metano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
GPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gasolio	2,41	2,41	1,00	2,41	0,00	2,41	9,42	0,04	4,61
Kerosene	<0,01	<0,01	0,11	0,04	0,01	1,50	0,06	<0,01	0,04
Legna	0,15	9,15	32,15	11,10	0,89	3,35	45,24	0,00	750,43
TOTALE	2,61	11,60	33,26	13,55	1,14	7,27	54,72	0,04	764,62

Tab. 0.i - Stima delle emissioni di idrocarburi e BC dovute ad impianti di riscaldamento in Valle d'Aosta (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Combustibile	Stima delle emissioni da riscaldamento anno 2022	
	IPA (kg/anno)	BC (ton/anno)
Metano	<0,01	0,01
GPL	<0,01	0,01
Gasolio	0,70	0,12
Kerosene	<0,01	0,00
Legna	105,23	35,44
TOTALE	105,94	35,57

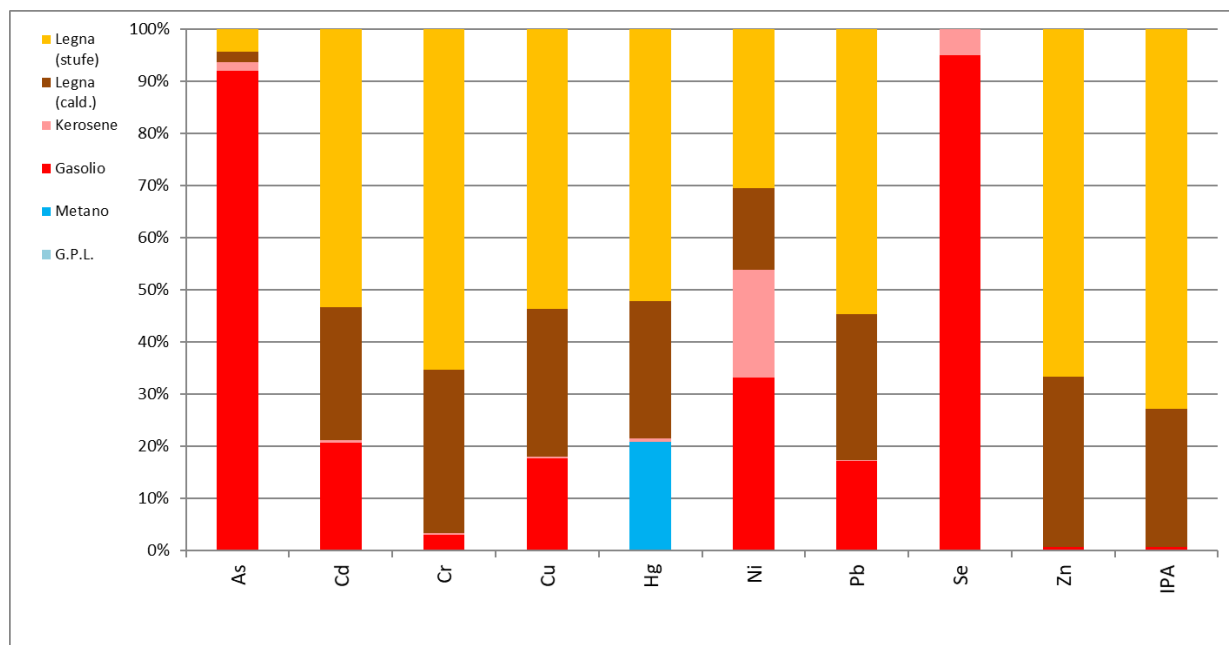


Fig. 0.b - Contributi dei combustibili utilizzati per il riscaldamento degli edifici alle emissioni di metalli ed IPA (legna distinta in impianto principale e secondario di supporto).

Per quanto concerne l'apporto dei differenti combustibili alle emissioni da riscaldamento si nota che:

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022

1. La legna costituisce il più importante emettitore di polveri, CO, COVNM, CH₄, NH₃, metalli, IPA e Black Carbon.
2. Gasolio ed olio combustibile emettono la maggior parte di SO₂, e N₂O.
3. L' 80% della CO₂ viene emesso per metà da gasolio e per metà dai petroliferi gassosi (metano e gpl).

Macrosettori 03 - 04: combustione nell'industria e processi produttivi

Attività:

030100 – combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna

030200 – forni di processo senza contatto

030300 – processi di combustione con contatto

040200 – processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone

040300 – processi nelle industrie di metalli non ferrosi

040400 – processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro

Il comparto industriale valdostano è caratterizzato da microimprese (soprattutto settori edile e metalmeccanico), orientate verso settori "leggeri", con stabilimenti di piccole dimensioni e con produzioni più prossime al mercato dei consumatori finali, pur rimanendo elevato il numero delle imprese specializzate nelle lavorazioni per conto terzi nei settori metalmeccanico e materie plastiche.

Le industrie propriamente dette sono concentrate nel solco vallivo principale, dove sono presenti in particolare due poli, nella bassa Valle (Verrès, Arnad, Hône, Issogne, Donnas, Pont-Saint-Martin) e nel capoluogo di Aosta.



Fig. 0.c - Principali insediamenti industriali in Valle d'Aosta.

Emissioni stimate

Sono stati utilizzati i dati ottenuti dagli autocontrolli, effettuati dalle aziende stesse, delle emissioni nei punti autorizzati: la quantità emessa è stata calcolata sulla base delle concentrazioni degli inquinanti misurata al camino (mg/normal m³), della portata del punto di emissione, della frequenza e della durata dell'emissione.

Per gli inquinanti dei quali non vengono operati gli autocontrolli ed i gas serra, invece, sono state valutate le emissioni in base alla produzione dichiarata dalle sole aziende sottoposte al controllo IPPC e dai consumi regionali di combustibili nell'industria.

Nella tabella seguente sono riportate le stime delle emissioni prodotte dalle principali industrie valdostane nel 2022.

Tab. 0.j - Stima delle emissioni di macroinquinanti prodotte dalle principali industrie presenti sul territorio regionale (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Macrosettore	Stima delle emissioni da attività produttive anno 2022 (t/anno)							
	NOx	CO*	SOx	PTS	COVNM*	CO2(kt)	N2O*	CH4*
03 Combustione industriale	35	62	3	3	7	128	1	27
04 Processi produttivi	43	284	1	5	10	15	-	-
TOTALE	78	346	4	8	17	144	1	27

(*) = emissioni valutate in base alla produzione annuale

Tab. 0.k - Stima delle emissioni di microinquinanti prodotte dalle principali industrie presenti sul territorio regionale (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Macrosettore	Stima delle emissioni da attività produttive anno 2022 (kg/anno)							
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
03 Combustione industriale	2	2	9	4	7	7	4	36
04 Processi produttivi	2	1	6	5	5	5	3	20
TOTALE	4	3	15	9	12	12	7	56

Tab. 0.l - Stima delle emissioni di idrocarburi e BC prodotte dalle principali industrie presenti sul territorio regionale (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Macrosettore	Stima delle emissioni da attività produttive anno 2022	
	IPA (g/anno)	BC (kg/anno)
03 Combustione industriale	0,05	0,03
04 Processi produttivi	0,07	0,00
TOTALE	0,12	0,03

Macrosettore 05: estrazione e distribuzione di combustibili fossili

Attività:

050503 - distribuzione di benzina - stazioni di servizio

050603 - reti di distribuzione gas

Indicatori

I dati sono stati forniti dal Ministero Attività Produttive - Direzione Generale dell'Energia e delle Risorse Minerarie - Osservatorio Statistico Energetico: per la prima attività gli indicatori sono i consumi annuali di benzina e gasolio per autotrasporto, disaggregati poi su scala comunale in base al numero di stazioni di rifornimento presenti; per la seconda l'indicatore è il numero di metri cubi di metano distribuiti sull'intera regione, disaggregati su scala comunale in base alla potenza installata.

I fattori di emissione

Distribuzione di benzina: fattore di emissione definito dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, ISPRA per i COVNM pari a 679,6 g/t di carburante e 2,7 g/t per il benzene (C₆H₆).

Rete di distribuzione del gas: fattori di emissione definiti nel "Manuale dell'Ufficio Federale per l'Ambiente, foreste e Paesaggio di Berna" (1995) pari a 0,76 g/m³ per i COVNM e a 7,6 g/m³ per CH₄ (metano).

Emissioni stimate

Le emissioni sono riportate nella seguente tabella (Tab. 0.m).

Tab. 0.m - Stima delle emissioni dovute agli impianti di distribuzione di gas e carburanti (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Settore	Stima delle emissioni da combustibili fossili per il 2022 (t/anno)		
	COVNM	CH ₄	C ₆ H ₆
Impianti di distribuzione gas	32	323	-
Impianti di distribuzione carburanti	58	-	0,2
TOTALE	91	323	0,2

Macrosettore 06 - uso di solventi

Attività:

060100 – verniciatura

060200 – sgrassaggio, pulitura a secco e componentistica elettronica

060104 – uso domestico vernici

060408 – uso domestico solventi

Indicatori

Nell'ambito del Piano Coordinato di Controllo dell'Ambiente per il triennio 2002-2004 (DGR 1491/02), l'ARPA ha effettuato delle valutazioni sulla qualità delle emissioni in atmosfera prodotte dai comparti produttivi di falegnamerie e carrozzerie.

Per l'uso domestico di vernici e solventi si è utilizzato il dato della popolazione residente.

I fattori di emissione

Per l'attività 060200, riferita alle attività produttive, sono stati utilizzati i dati ottenuti dagli autocontrolli, effettuati dalle aziende stesse, delle emissioni nei punti autorizzati: la quantità emessa è stata calcolata sulla base delle concentrazioni degli inquinanti misurata al camino (mg/m³), della portata del punto di emissione, della frequenza e della durata dell'emissione.

Per le rimanenti attività:

060101 verniciatura di autoveicoli: fattore di emissione definito dall'APAT nel 2001 pari a 605 kg di COVNM per tonnellata di vernice

060107 verniciatura legno: fattore di emissione definito in kg per addetto determinato in seguito ai controlli

060104 e 060408 uso domestico vernici e solventi dal manuale ISPRA.

Emissioni stimate

Tab. 0.n - Stima delle emissioni di COVNM prodotte per l'uso di vernici e solventi (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni da attività di verniciatura anno 2022 (tonnellate)								
	COVNM	CO	SO ₂	NO _x	NH ₃	PTS	CO ₂	C ₆ H ₆
Carrozzerie	14	-	-	-	-	-	46	<1
Falegnamerie	14	-	-	-	-	-	46	<1
Industria	3	-	<1	-	-	<1	-	-
Domestico	331	-	-	-	-	-	1.033	<1
TOTALE	362	-	<1	-	-	<1	1.124	<1

Le emissioni più rilevanti sono quelle dei composti organici volatili non metanici legate alle attività di verniciatura domestiche. Questo macrosettore non emette metalli e microinquinanti in modo significativo.

pozzi-sorgenti CARUSO3 (CAR Usage System Optimisation), che ha consentito di stimare i flussi di traffico sulle strade dell'intera regione e per i principali centri urbani (Aosta, Pont-Saint-Martin, Verrès, Châtillon, Courmayeur).

Il tratto stradale con i maggiori flussi di traffico sia leggero (Fig. 0.e) che pesante (Fig. 0.f) risulta essere quello autostradale tra Pont-Saint-Martin ed Aosta.



Fig. 0.e - Stime dei flussi di traffico di veicoli leggeri nel 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).



Fig. 0.f - Stime dei flussi di traffico di veicoli pesanti nel 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

³ Software distribuito dalla società Arianet di Milano.

I fattori di emissione

I fattori di emissione (progetto CORINAIR, metodologia COPERT V) per i trasporti sono espressi in termini di massa di inquinante per unità di percorrenza (g/km) e dipendono:

- dal carburante (benzina, gasolio, gas naturale...);
- dal tipo di veicolo (motociclo, automobile, veicolo commerciale leggero o pesante, autobus...);
- dalla velocità media di percorrenza;
- dalle caratteristiche della strada.

Tali fattori vengono calcolati da un apposito software, Trefic, che determina un fattore per ogni tratto stradale, tipo di veicolo ed inquinante.

Emissioni stimate

Le emissioni prodotte dai trasporti in Valle d'Aosta sono stimate moltiplicando il fattore di emissione per i volumi di traffico e per la lunghezza del tratto stradale. Per l'anno 2022 si ottengono i seguenti valori espressi in tonnellate:

Tab. 0.o - Stime delle emissioni di macroinquinanti prodotte dai trasporti stradali (fonte: ARPA Valle d'Aosta) [* stima da consumo carburante].

Stima delle emissioni da traffico anno 2022 (t/anno)									
Veicoli	NOx	CO	SO ₂	PTS	COVNM	CH ₄	CO ₂ (kt)	N ₂ O	NH ₃
Automobili	403	624	5	116	76	*	*	*	18
Comm.leggeri	116	47	1	35	4	*	*	*	1
Comm. pesanti	183	54	2	60	13	*	*	*	1
Motocicli	5	310	<1	3	84	*	*	*	<1
TOTALE	706	1.035	7	214	177	42	238	17	20

Tab. 0.p - Stime delle emissioni di idrocarburi prodotte dai trasporti stradali (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni da traffico anno 2022 (kg/anno)							
Veicoli	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Se	Zn
Automobili	0,003	0,363	0,256	0,122	0,079	0,003	1,811
Comm.leggeri	0,005	0,060	0,043	0,022	0,016	0,001	0,323
Comm. pesanti	0,006	0,136	0,010	0,051	0,034	0,003	0,713
Motocicli	<0,001	0,435	0,005	0,002	<0,001	<0,001	0,034
TOTALE	0,014	0,994	0,314	0,197	0,129	0,007	2,881

Tab. 0.q - Stime delle emissioni di metalli prodotte dai trasporti stradali (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni da traffico anno 2022			
Veicoli	C ₆ H ₆ [t]	IPA [kg]	BC [t]
Automobili	5	5	4
Comm. leggeri	<1	1	2
Comm. pesanti	<1	1	3

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022

Motocicli	6	<1	<1
TOTALE	11	7	9

Si può notare come prevalgano le emissioni da automobili per tutti gli inquinanti, a causa del loro numero preponderante.

Macrosettore 08: altre sorgenti mobili e macchinari

Attività:

080200 – ferrovie

080600 – agricoltura

080800 – cantieri

080900 – giardinaggio

Indicatori

Per tutte e quattro le attività si utilizzano come indicatori i consumi annuali di combustibile:

- ferrovie: dal dato di consumo annuale di gasolio per ferrovia (COA Finaosta – BER)
- agricoltura: da dati di contributi carburante dell'Ass. Agricoltura
- cantieri e giardinaggio: da ultimi contributi carburante (anno 2008)

Fattori di emissione

I fattori di emissione provengono dal database INEMAR e dal Guidebook EEA.

Emissioni stimate

Nella tabella vi sono le emissioni stimate in tonnellate, riferite all'ultimo aggiornamento del 2022.

Tab. 0.r - Stima delle emissioni di macroinquinanti in Valle d'Aosta per trasporti non stradali (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni da trasporti non stradali anno 2022 (t/anno)								
	NOx	CO	SO ₂	PM10	COVNM	CH ₄	CO ₂ (kt)	N ₂ O
Ferrovia	23	6	1	3	3	<1	2	1
Agricoltura	111	41	14	18	18	<1	7	3
Cantieri	8	80	-	<1	4	<1	-	<1
Giardinaggio	2	119	-	<1	62	1	-	<1
TOTALE	144	246	15	21	86	1	9	4

Tab. 0.s - Stima delle emissioni di metalli in Valle d'Aosta per trasporti non stradali (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni da trasporti non stradali anno 2022 (kg/anno)							
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Se	Zn
Ferrovia	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02
Agricoltura	0,02	0,12	0,14	0,16	0,07	0,02	0,07
Cantieri	-	-	-	-	-	-	-
Giardinaggio	-	-	-	-	-	-	-
TOTALE	0,03	0,15	0,17	0,20	0,09	0,03	0,09

Tab. 0.t - Stima delle emissioni di idrocarburi in Valle d'Aosta per trasporti non stradali (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni da trasporti non stradali			
	C ₆ H ₆ [t]	IPA [kg]	BC [t]
Ferrovia	0,05	0,02	1,86
Agricoltura	0,40	0,07	10,05
Cantieri	0	-	0,22
Giardinaggio	0	-	0,02
TOTALE	0,45	0,09	12,14

Macrosettore 09: trattamento e smaltimento rifiuti

Attività:

090401 – interrimento di rifiuti solidi

090700 – incenerimento di rifiuti agricoli

090901 – incenerimento di cadaveri

Indicatori

Anche il processo di smaltimento dei rifiuti costituisce un fattore di pressione per lo stato della qualità dell'aria, in quanto i rifiuti stoccati nelle discariche emettono diverse sostanze in aria, tra cui le principali sono metano, anidride carbonica, composti organici volatili non metanici.

In Valle d'Aosta i rifiuti urbani ed i rifiuti speciali assimilabili agli urbani confluiscono in un unico impianto di trattamento rifiuti, il Centro Regionale Trattamento Rifiuti nel comune di Brissogne.

Presso il Centro vengono conferiti tutti i rifiuti solidi urbani prodotti nei 74 Comuni della Regione ed altre tipologie di rifiuti, esclusivamente prodotti nel territorio valdostano, tra cui i rifiuti solidi assimilati agli urbani, i fanghi provenienti dalla depurazione dei reflui civili, il materiale di spazzamento delle strade, le sabbie da depuratori.

Per la combustione dei rifiuti agricoli si utilizza il dato di superficie di orti e frutteti, per la depurazione delle acque reflue la popolazione comunale servita per impianto e per l'incenerimento cadaveri il dato di autocontrolli del forno crematorio di Aosta.

Fattori di emissione

Per l'attività dello stoccaggio rifiuti in discarica è stata aggiornata la metodologia di calcolo dal 2008: invece dei fattori di emissione, viene utilizzato un codice di calcolo denominato LandGEM (Landfill Gas Emissions Model) dell'EPA statunitense che permette di calcolare le emissioni delle discariche note la capacità, l'anno di apertura e quota annuale di rifiuti stoccati.

I fattori di emissione per la combustione di rifiuti agricoli e per i depuratori derivano dal database INEMAR.

Emissioni stimate

Si riportano nella tabella seguente le emissioni stimate per le due discariche presenti in Valle d'Aosta, per il forno crematorio e per la combustione dei rifiuti agricoli.

Allegato 2 – Inventario regionale delle emissioni in atmosfera – anno 2022

Tab. 0.u - Stima delle emissioni di macroinquinanti prodotte dallo smaltimento dei rifiuti in Valle d'Aosta (fonte: Arpa Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni per trattamento e smaltimento rifiuti anno 2022 (t/anno)							
	COVNM	CH ₄	CO ₂	CO	NO _x	PTS	N ₂ O
Discarica Brissogne	15	2.297	6.303	1	-	-	-
Depuratori acque reflue	-	44	4.052	-	-	-	3
Combustione rifiuti agricoli	<1	<1	34	1	<1	<1	<1
Forno crematorio	<1	-	59	<1	1	<1	-
TOTALE	15	2.342	10.448	3	1	<1	3

Tab. 0.v - Stima delle emissioni di metalli prodotte dallo smaltimento dei rifiuti in Valle d'Aosta (fonte: Arpa Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni per trattamento e smaltimento rifiuti anno 2022 (kg/anno)								
	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Combustione rifiuti agricoli	0,010	0,002	<0,001	0,001	0,001	0,012	0,002	0,412
Forno crematorio	0,013	0,005	-	-	0,017	-	-	0,162
TOTALE	0,023	0,007	<0,001	0,001	0,018	0,012	0,002	0,574

Tab. 0.w - Stima delle emissioni di idrocarburi prodotte dallo smaltimento dei rifiuti in Valle d'Aosta (fonte: Arpa Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni per trattamento e smaltimento rifiuti al 2022 (kg/anno)	
	IPA
Combustione rifiuti agricoli	0,30
Forno crematorio	0,03
TOTALE	0,33

Macrosettore 10: agricoltura

Attività:

100100 – coltivazioni con fertilizzanti

100200 – coltivazioni senza fertilizzanti

100400 – allevamento animali (fermentazione intestinale)

100500 – allevamento animali (composti organici)

100900 – allevamento animali (composti azotati)

Indicatori

Si sono utilizzati: il consumo annuo di fertilizzanti, la superficie agricola utilizzata ed il numero di capi di bestiame per comune secondo i dati pervenuti dall'Assessorato Agricoltura e Risorse Naturali.

I fattori di emissione

Per le suddette attività si sono utilizzati i fattori di emissione del manuale ISPRA.

Per l'allevamento si sono usati i fattori di emissione aggiornati nel Rapporto ISPRA del 2008 "Agricoltura – Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale".

Emissioni stimate

Si riporta di seguito la stima delle emissioni totali, espresse in tonnellate, prodotte dall'agricoltura e dall'allevamento del bestiame in Valle d'Aosta:

Tab. 0.x - Stima delle emissioni prodotte dall'agricoltura e dall'allevamento di bestiame (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Emissioni prodotte dalle attività di agricoltura e di allevamento anno 2022 (t/anno)					
	COVNM	CH ₄	PM10	NH ₃	N ₂ O
Agricoltura	1	-	1	171	136
Allevamento	2	3.077	16	1.172	48
TOTALE	3	3.077	17	1.343	184

Macrosettore 11: natura

Attività:

110100 – foreste decidue non gestite

110200 – foreste di conifere non gestite

111100 – foreste decidue gestite

111200 – foreste di conifere gestite

113101 – emissioni o assorbimenti di gas serra da biomassa viva

113102 – emissioni o assorbimenti di gas serra da biomassa morta

113103 – emissioni o assorbimenti di gas serra da suoli

113201 – emissioni o assorbimenti di gas serra da aree agricole

113202 – emissioni o assorbimenti di gas serra da terreni convertiti in agricolo

113301 – emissioni o assorbimenti di gas serra da aree di prateria

113302 – emissioni o assorbimenti di gas serra da terreni convertiti in prateria

113502 – emissioni o assorbimenti di gas serra da terreni convertiti in edificato

Indicatori

Le piante producono composti organici volatili (COV), alcuni dei quali possono partecipare alle reazioni chimiche che portano alla formazione dello smog fotochimico⁴, in maniera anche più efficiente⁵ dei corrispondenti composti di origine antropica.

L'indicatore utilizzato è la superficie occupata da ciascuna specie boschiva (i dati provengono dagli archivi forestali dell'Assessorato all'Agricoltura e alle Risorse Naturali, 2000).

Per le stime di emissioni o assorbimenti legati alla variazione di uso del suolo ARPA ha utilizzato fino al 2018 le stime calcolate a livello provinciale nell'Inventario Nazionale dei gas serra dall'ISPRA in base alla metodologia: "Land Use, Land-Use Change and Forestry categories" (LULUCF) nell'ambito della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC). Basandosi sull'aggiornamento delle linee guida per la quantificazione degli assorbimenti di CO₂ da parte degli ecosistemi ("2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories") pubblicato nel 2019 dalla Task Force sugli Inventari Nazionali dei Gas ad Effetto Serra dell'IPCC, ARPA ha inoltre adottato un metodo basato sulle misure dirette di assorbimento di CO₂ da parte della vegetazione realizzate dall'Agenzia stessa presso due siti di monitoraggio in Valle d'Aosta. Il metodo si basa sulla tecnica micrometeorologica "eddy-covariance" (Baldocchi 2003), che permette una quantificazione diretta dell'assorbimento di CO₂ al netto dei processi di respirazione (emissione) e fotosintesi

⁴ Ozono ed altri composti tossici.

⁵ La maggior parte dei composti emessi dalla vegetazione non è di per sé dannosa, ma può diventarlo in presenza di altri inquinanti di origine antropica.

(assorbimento) di un dato ecosistema. Al fine di ottenere una stima a scala regionale sono state applicate tecniche di upscaling basate su metodi di machine learning che integrano le misure locali di CO₂ con dati satellitari, dati meteorologici e la carta delle tipologie vegetazionali.

I fattori di emissione

Il fattore di emissione (Emission Inventory Guidebook B1101) da utilizzare per la stima delle emissioni di COVNM da parte della vegetazione è il flusso medio annuo calcolato considerando, per ogni specie vegetale presente sul territorio, la densità media fogliare, il tempo di attività ed un coefficiente di emissione potenziale di COVNM.

Emissioni stimate

La stima delle emissioni di composti organici volatili da parte della vegetazione è:

Tab. 0.y - Stima delle emissioni (tonn) di COVNM prodotte dalla vegetazione (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Attività	Stima delle emissioni di COV dalla vegetazione (t/anno)	
110100	TOTALE	1.167
110200		
111100		
111200		

Nella tabella seguente (Tab. 0.z) sono riportate le stime degli assorbimenti e delle emissioni di anidride carbonica legate all'uso del suolo ed ai suoi cambiamenti valutate dall'ISPRA per la quota "edificato" e dalle misurazioni svolte dall'ARPA Valle d'Aosta per le specie vegetative presenti nel territorio regionale.

Tab. 0.z - Stima di assorbimenti / emissioni (tonn) di CO₂ legati all'uso del suolo (fonti: Inventario Nazionale ISPRA ed elaborazioni ARPA VdA).

Tipo di suolo	Stima della CO ₂ emessa / assorbita dai suoli (t/anno)
vegetazione	-858.543
edificato	+14.797
Totale	-843.747

Quantità totale delle emissioni

La tabella seguente riporta le stime delle emissioni totali arrotondate all'unità per l'anno 2022, suddivise per inquinante e per macrosettore:

Tab. 0.aa - Stima delle emissioni totali prodotte dai vari macrosettori (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Stima delle emissioni totali in Valle d'Aosta –anno 2022										
Macrosettore	NOx (t)	CO (t)	SO ₂ (t)	PTS (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	C ₆ H ₆ (t)
Teleriscaldamento	54	34	5	4	4	7	42	1	9	-
Riscaldamento residenziale	335	7.533	117	289	752	532	346	8	17	-
Combustione nell'industria	35	62	3	3	7	27	128	1	-	-
Processi produttivi	43	284	1	5	10	-	15	-	-	-
Distribuzione combustibili fossili	-	-	-	-	91	323	-	-	-	<1
Uso di solventi	-	-	<1	<1	362	-	1	-	-	<1
Trasporti stradali	706	1.035	7	214	177	42	238	17	20	11
Trasporti ferroviari e agricoli	144	246	15	21	86	1	9	4	-	1
Smaltimento rifiuti	1	3	-	<1	15	2.342	11	3	-	-
Agricoltura – allevamento	-	-	-	17	3	3.077	-	184	1.343	-
Natura – foreste	-	-	<1	-	1.167	-	-844	-	-	-
TOTALE	1.317	9.197	148	552	2.673	6.351	-53	218	1.388	12

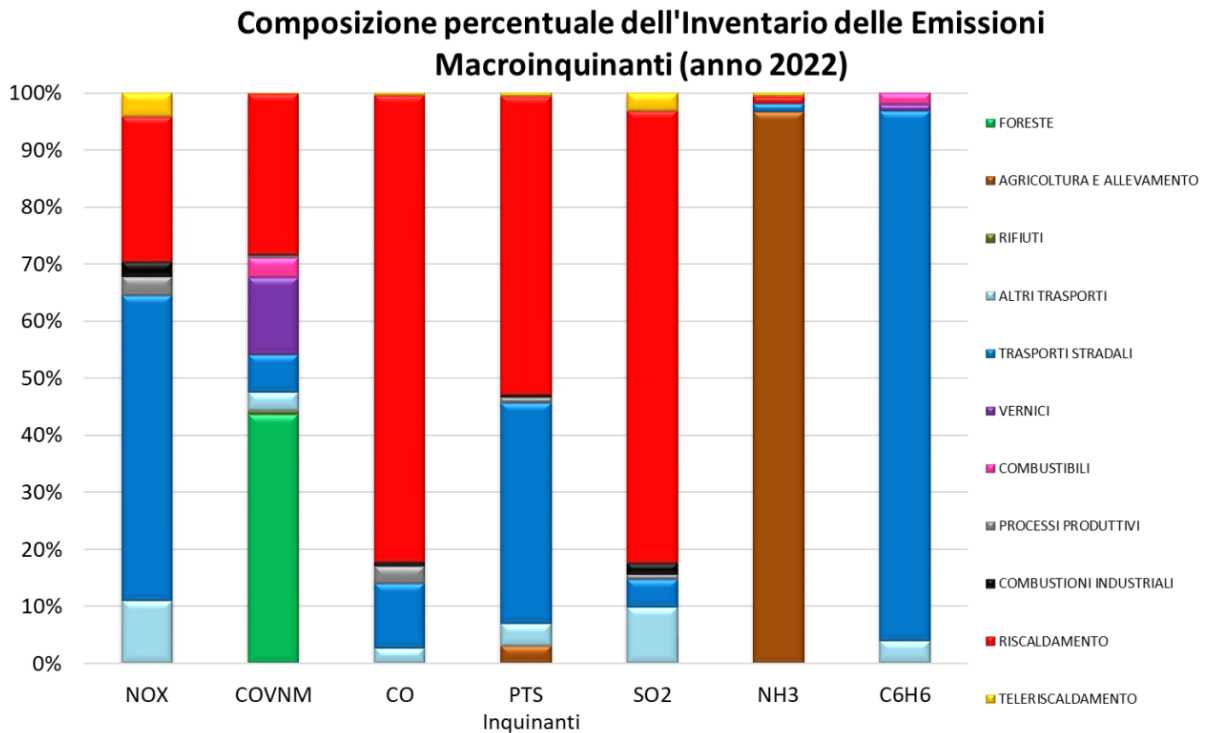


Fig. 0.g - Contributo percentuale dei vari macrosettori alle emissioni totali nella regione (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

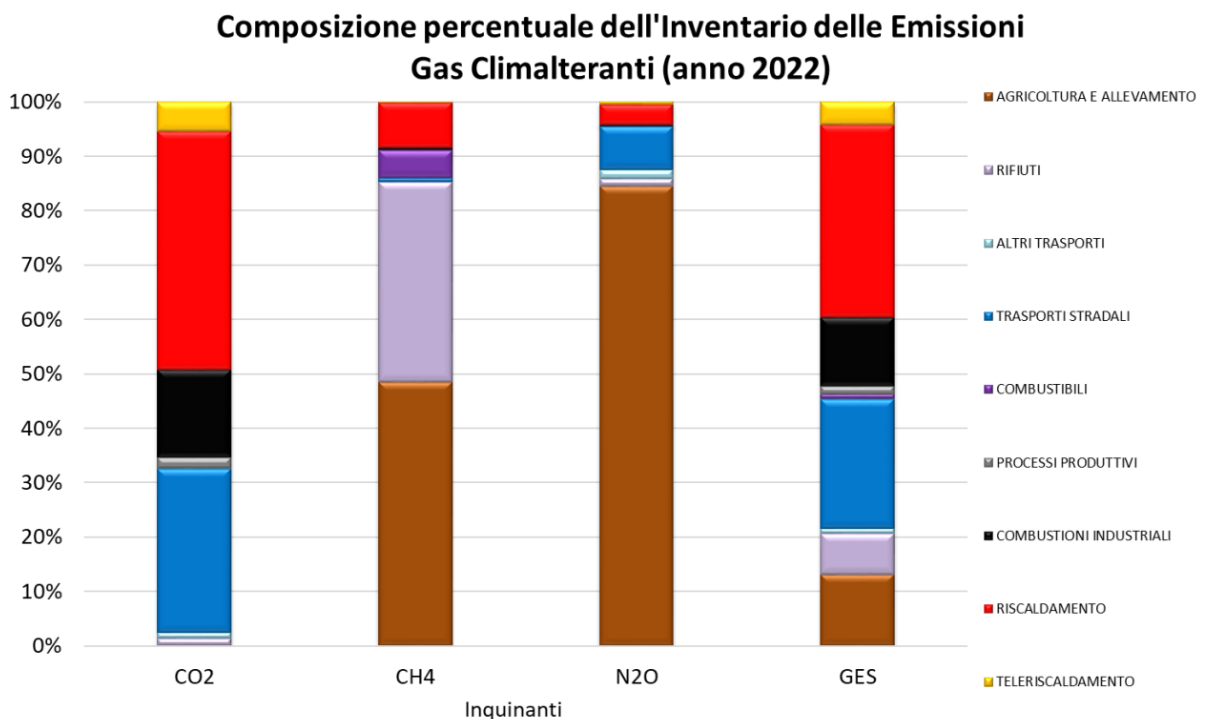


Fig. 0.h - Contributo percentuale dei vari macrosettori alle emissioni di gas climalteranti (fonte: ARPA Valle d'Aosta). Sono stati omessi gli assorbimenti di anidride carbonica da parte delle foreste.

I precedenti diagrammi evidenziano la preponderanza del trasporto stradale come fonte di inquinamento soprattutto per il benzene e gli ossidi di azoto. Gli impianti di riscaldamento sono invece le sorgenti principali di biossido di zolfo, monossido di carbonio, polveri ed anidride carbonica. Le foreste sono i maggiori produttori di composti organici volatili, mentre l'allevamento è la fonte principale delle emissioni di ammoniaca, metano e protossido di azoto.

Nelle pagine seguenti sono riportate le mappe della distribuzione spaziale delle emissioni dei principali inquinanti e gas serra su tutto il territorio regionale, ottenute disaggregando le emissioni su celle quadrate di 500 metri di lato.

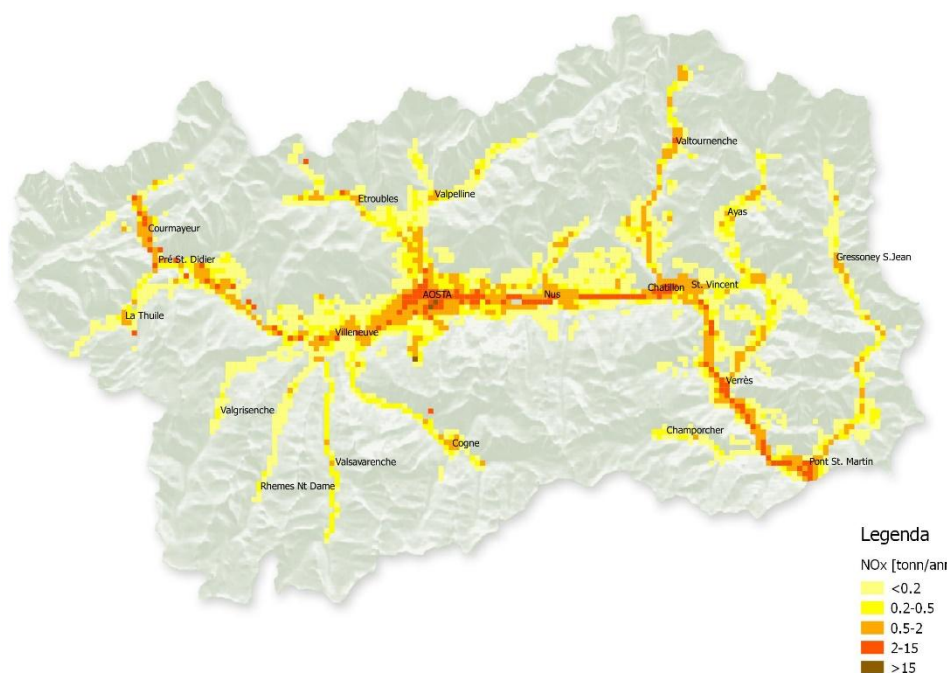


Fig. 0.i - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di ossidi di azoto per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

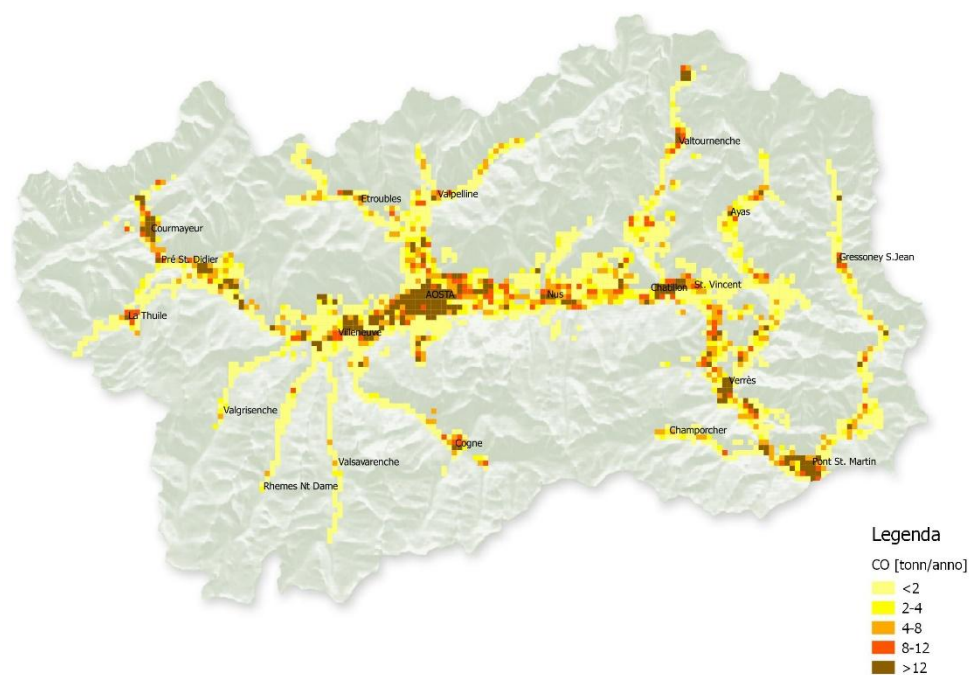


Fig. 0.j - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di monossido di carbonio per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

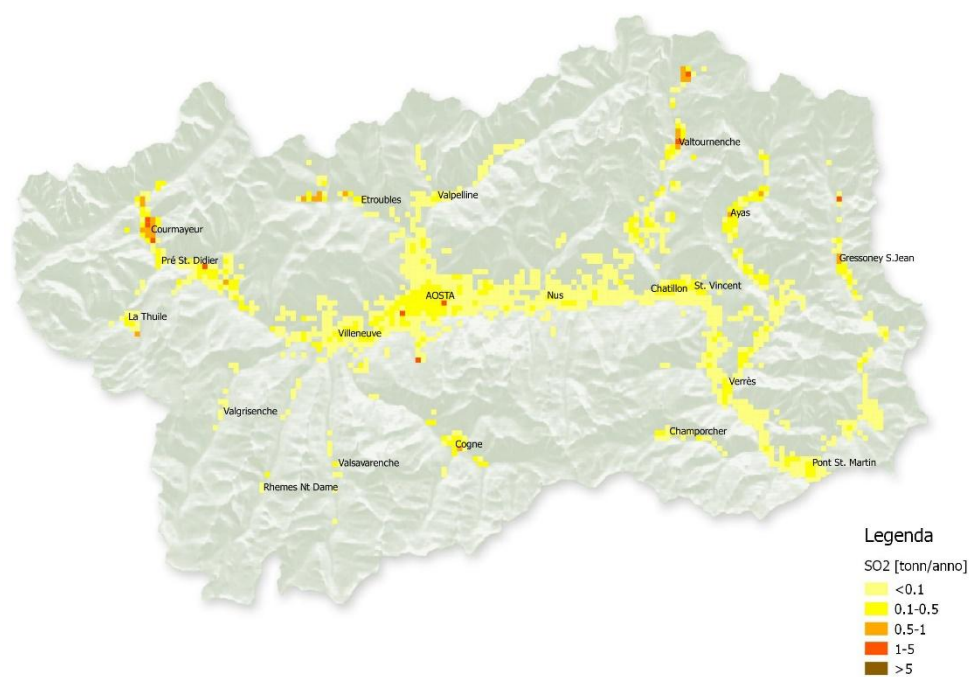


Fig. 0.k - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di biossido di zolfo per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

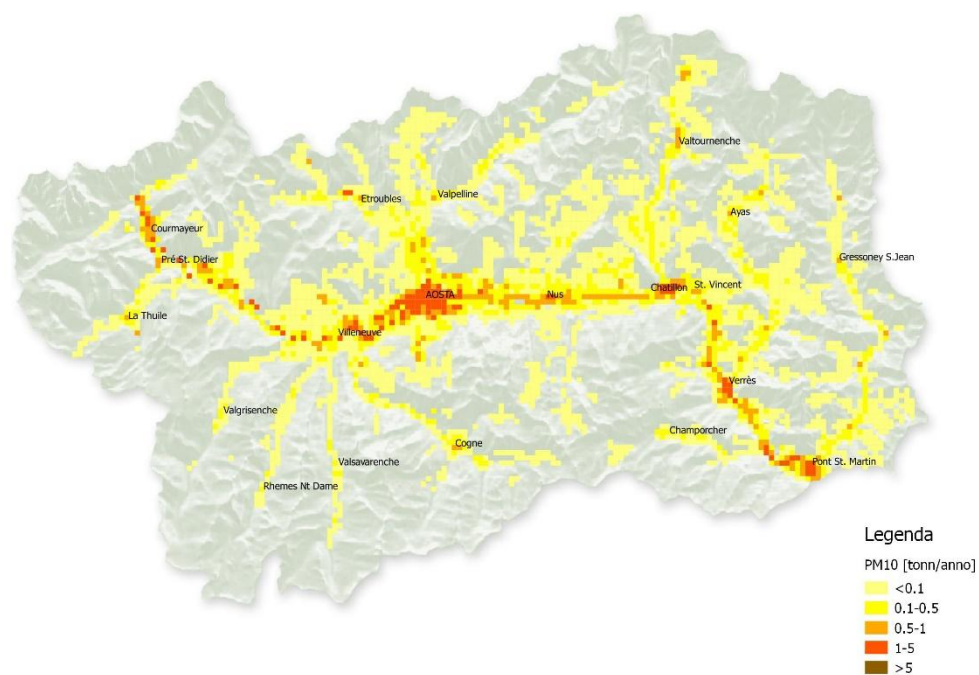


Fig. 0.l - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali polveri per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

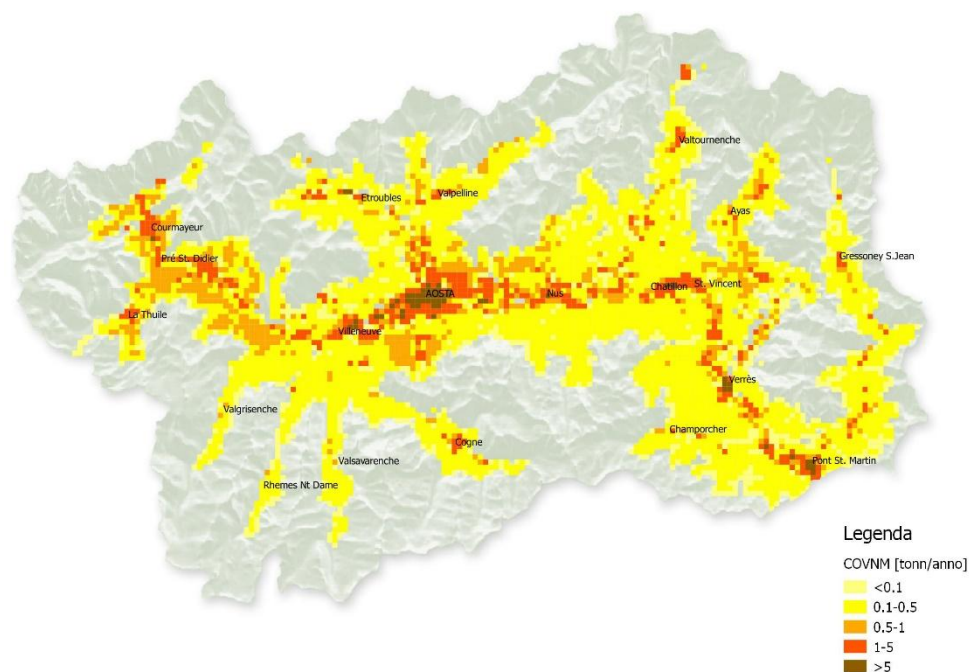


Fig. 0.m - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di COVNM per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

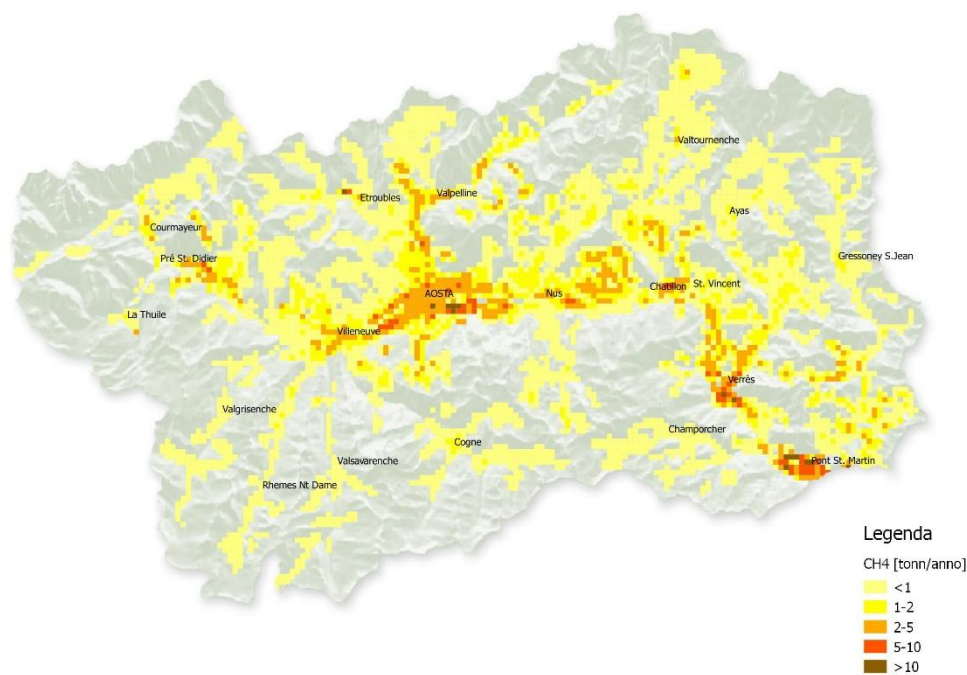


Fig. 0.n - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di metano per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

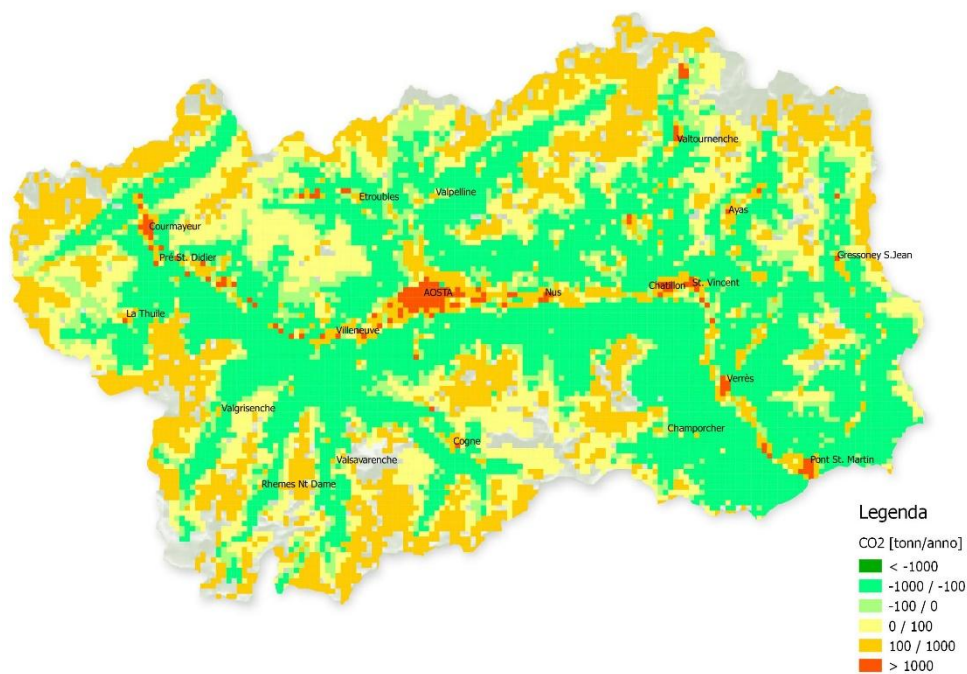


Fig. 0.o - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di anidride carbonica per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

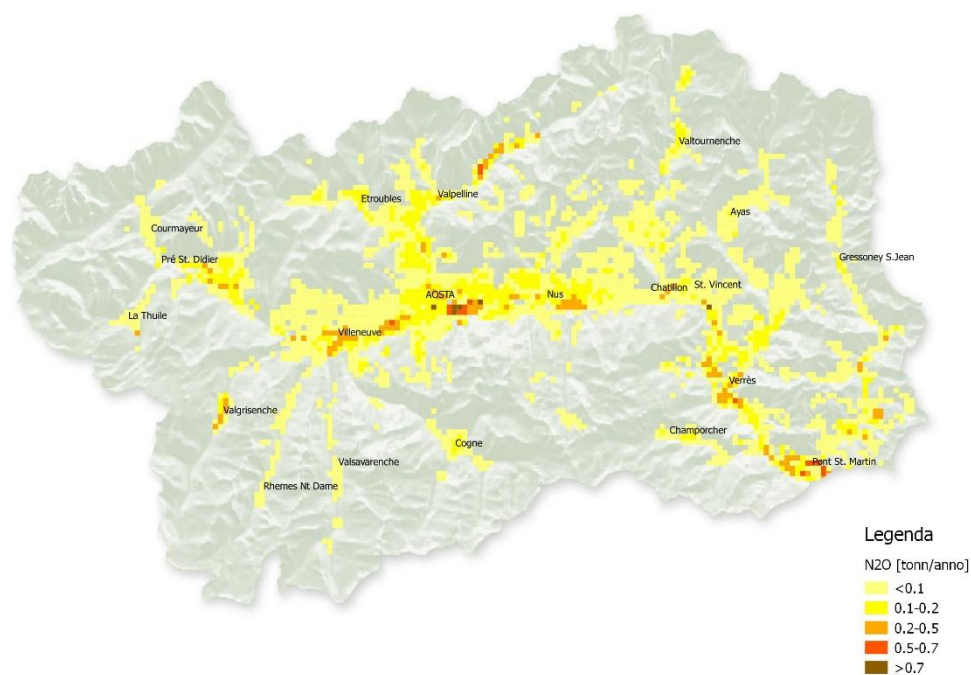


Fig. 0.p - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di protossido di azoto per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

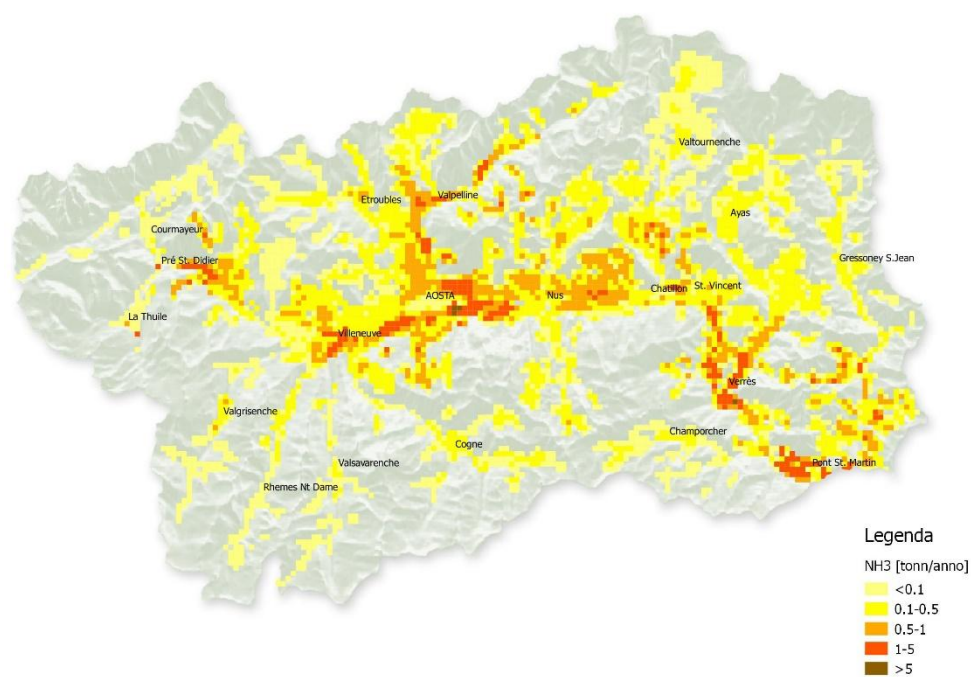


Fig. 0.q - Distribuzione sul territorio delle emissioni annuali di ammoniaca per l'anno 2022 (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Emissioni di PM₁₀, PM_{2.5} e BC

Le emissioni della granulometria fine PM_{2.5} del particolato vengono valutate a partire da quelle a granulometria maggiore del PM₁₀ in base ai coefficienti elaborati dal progetto RAINS Italia di ENEA ed ISPRA. A partire da questo aggiornamento dell'Inventario emissioni, viene aggiunta anche la stima di emissioni del Black Carbon, componente particolarmente legato alla combustione delle biomasse e, in parte, ai trasporti. Dal diagramma dei contributi percentuali per macrosettore si nota come il riscaldamento edifici ed i trasporti stradali siano sempre i maggiori emettitori anche per le frazioni più fini di particolato.

Tab. 0.bb - Stima delle emissioni totali e per settore delle polveri PM10 e PM_{2.5} (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Macrosettore	PTS	PM10	PM2.5	BC
Teleriscaldamento	4	3	3	2
Riscaldamento residenziale	289	289	282	36
Combustione nell'industria	3	1	1	<1
Processi produttivi	5	2	1	<1
Trasporti stradali	214	187	70	9
Trasporti ferroviari e agricoli	21	21	19	12
Agricoltura – allevamento	17	17	10	0
TOTALE	552	520	386	58

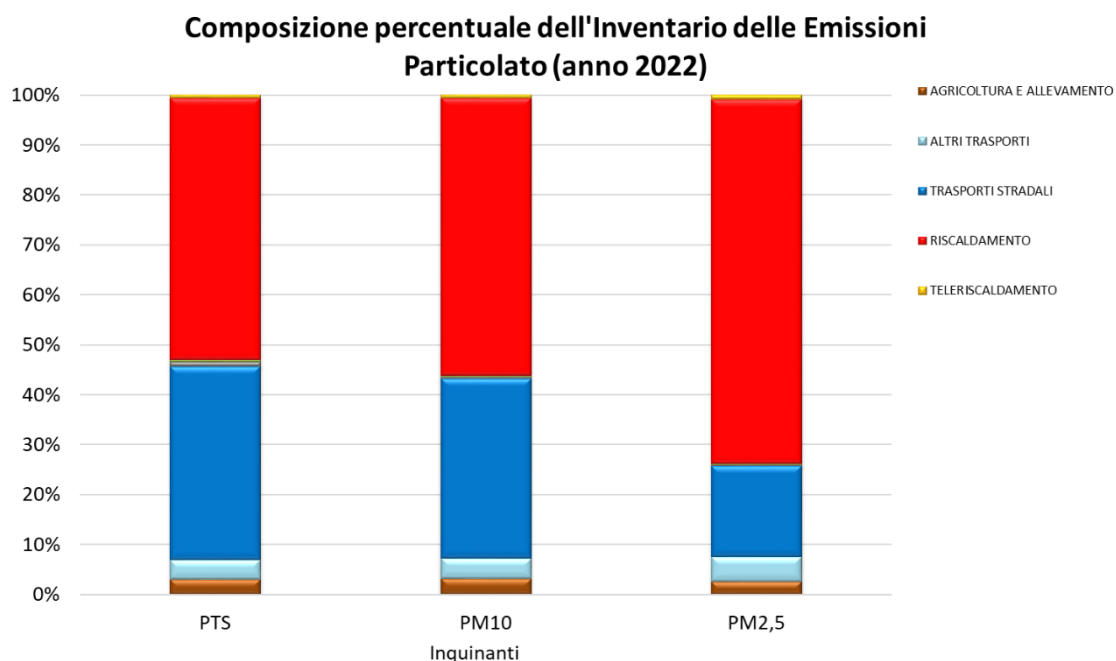


Fig. 0.r - Contributo percentuale dei vari macrosettori alle emissioni di polveri (fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Emissioni di microinquinanti

Le emissioni di metalli pesanti in atmosfera hanno origine prevalentemente da attività antropiche legate alla combustione: i trasporti, il riscaldamento domestico (per i soli combustibili liquidi e solidi), le attività industriali e l'abbruciamento di rifiuti agricoli.

Nella tabella e nel diagramma seguenti sono riportati i contributi delle diverse sorgenti emissive per i principali metalli. Si nota come il settore industriale sia il principale emettitore di arsenico, mercurio, nichel ed il riscaldamento lo sia per il cadmio, il cromo, il rame, il piombo e lo zinco.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici risultano emessi quasi esclusivamente dai settori del riscaldamento domestico a legna.

Tab. 0.cc - Stima delle emissioni totali e per settore dei microinquinanti
(fonte: ARPA Valle d'Aosta).

Macrosettore	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Pb	Zn	IPA
Teleriscaldamento	2	1	2	5	1	3	1	5	41	10
Riscaldamento	3	12	33	14	1	7	<1	55	769	106
Industria	4	3	15	9	12	12	-	7	56	<1
Trasporti	-	<1	1	<1	-	<1	<1	<1	3	7
Smaltimento rifiuti	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	1	<1
TOTALE	9	15	51	28	14	23	1	67	870	123

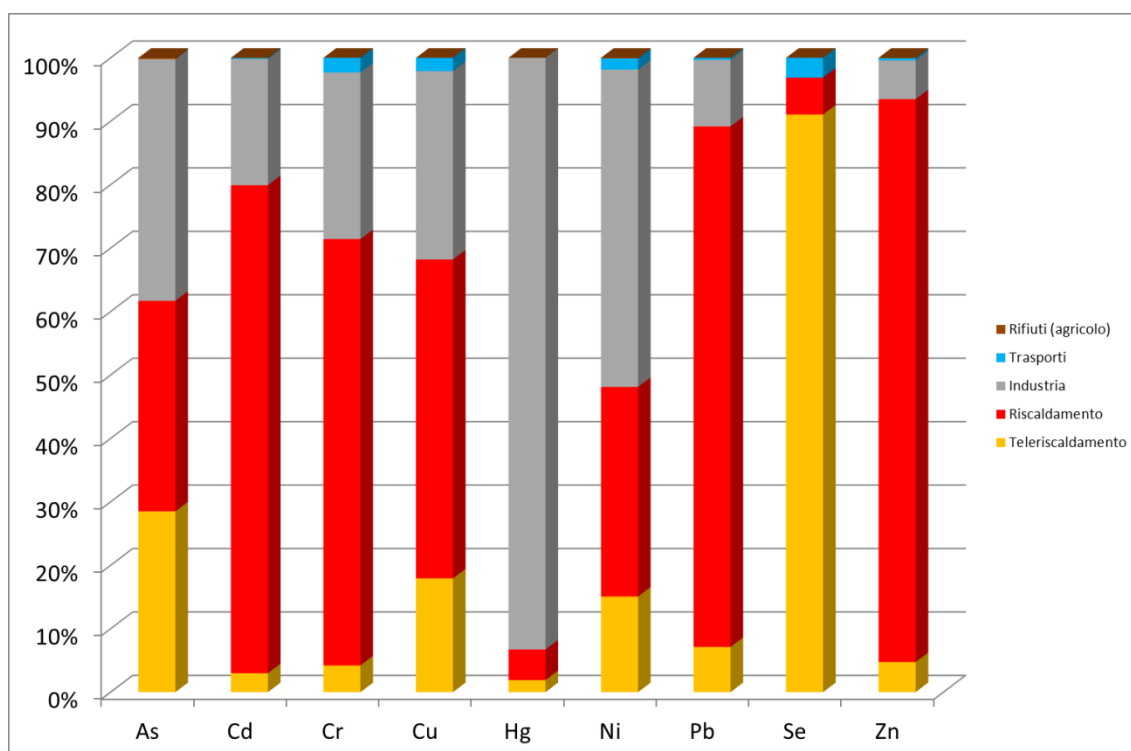


Fig. 0.s - Contributo percentuale dei vari macrosettori alle emissioni di metalli
(fonte: ARPA Valle d'Aosta)