

CTN – ACE, anno 2001

Task 09 MODELLI

OB09.xx – Linee guida per la pre-elaborazione di dati di ingresso ai modelli tridimensionali di dispersione atmosferica: dati di emissione, inizializzazione e condizioni al contorno della chimica

Istituto Principale di Riferimento:

Dipartimento di Elettronica per l'Automazione, Università degli Studi di Brescia
Partecipanti: prof. Giovanna Finzi, ing. Marialuisa Volta, dott. Veronica Gabusi
(finzi, lvolta, gabusi @ing.unibs.it)

Indice generale

1	Preprocessori delle emissioni per modellistica fotochimica	1
1.1	Le sorgenti emissive	2
1.2	Inventari delle emissioni	3
1.2.1	Caratteristiche	3
1.2.2	Metodologie	3
1.2.3	L'inventario CORINAIR	4
2	Il modello delle emissioni POEM	7
2.1	Metodologia	8
2.2	Formalizzazione	10
2.2.1	Disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni	11
2.2.2	La speciazione dei VOC	13
2.2.3	Emissioni biogeniche	13
2.2.4	Emissioni da traffico autoveicolare	17
2.2.5	L'aggregazione chimica	18
2.2.6	Armonizzazione di POEM nel sistema modellistico fotochimico	19
2.3	Implementazione software	20
2.3.1	Architettura del modello POEM	21
2.3.2	Fase di inizializzazione	21
2.3.3	Nucleo del modello	23
2.3.4	Il processore prePOEM	24
	Bibliografia	27
	Appendici	i
A	Il modello delle emissioni: il codice	i
A.1	Fase preliminare	iii
A.2	Ciclo sul periodo di simulazione	v
A.2.1	Ciclo sulle categorie	v
A.2.2	Ciclo sulle province	vii
A.2.3	Ciclo sui comuni	vii
A.3	Emissioni biogeniche	viii
A.4	Creazione della griglia	xix
A.5	Aggregazione dei VOC	xix
A.6	Scrittura del file binario di output	xx
A.7	Emissioni puntuali	xxii
B	Categorie SNAP90 ed indicatori	xxiii
B.1	Indicatori spaziali	xxiii
B.2	Indicatori temporali	xxxiii
B.3	Indicatori per la speciazione dei VOC	xliv

1

Preprocessori delle emissioni per modellistica fotochimica

Nel caso si desideri descrivere modellisticamente situazioni complesse di evoluzione dell'inquinamento, sia nel corso di episodi di durata temporale limitata che di lungo periodo, occorre necessariamente corredare il modello di informazioni in input di sufficiente affidabilità e dettaglio, sia sulla distribuzione e intensità delle diverse sorgenti emissive nel territorio di interesse, sia sull'evoluzione del campo meteorologico nel corso dell'intero periodo da simulare. In figura 1.1 è riportato uno schema tipico dei componenti di un sistema modellistico e del flusso di informazioni tra i diversi componenti meteorologico, emissivo, chimico e di trasporto [1].

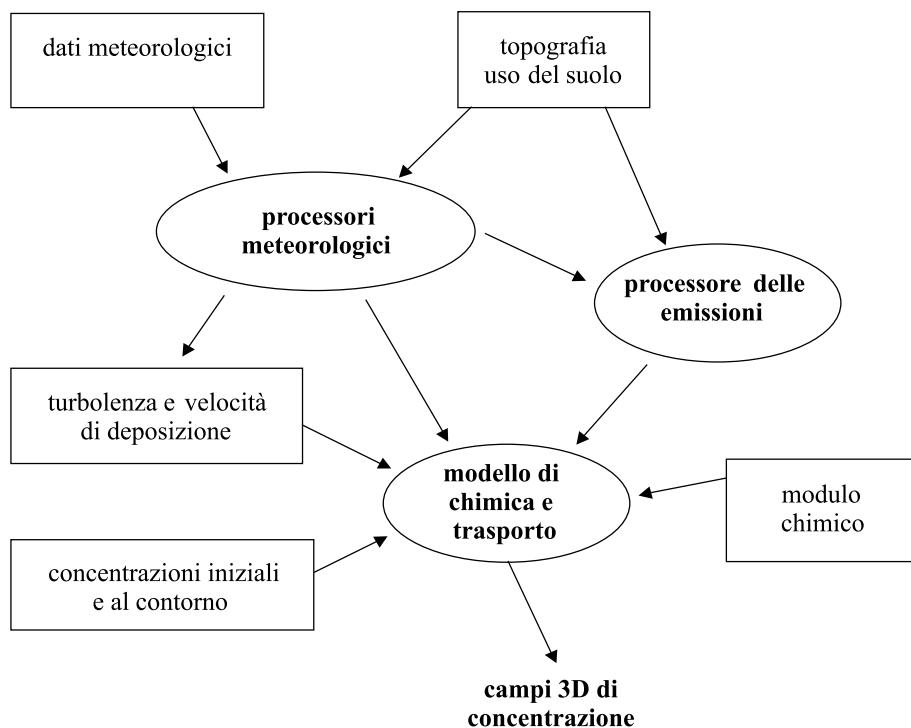


Figura 1.1 Schema di flusso di un sistema modellistico dinamico

I modelli delle emissioni sono uno strumento che consente di descrivere lo stato delle emissioni o di ipotizzare scenari alternativi; forniscono informazioni strutturate sulle sorgenti emissive e i flussi di

emissione nella porzione di territorio in esame.

1.1 Le sorgenti emissive

In letteratura si considerano per le emissioni di inquinanti principalmente due classificazioni [2], [3]. Secondo la prima, le emissioni sono classificabili in tre tipi di sorgenti: *sorgenti puntuali*, *sorgenti areali* e *sorgenti lineari*. Per le sorgenti di tipo puntuale, la stima delle emissioni viene calcolata per impianti individuali, mentre per le sorgenti di piccola entità, o diffuse su un'area, le emissioni vengono distribuite per unità di superficie. Le sorgenti lineari, infine, sono impiegate per stimare le emissioni lungo le vie di comunicazione, come strade, vie di navigazione, etc. Mentre le sorgenti di tipo puntuale descrivono una sola sorgente, le sorgenti lineari ed areali sono la sintesi della descrizione statistica di un gran numero di sorgenti singole.

La seconda classificazione, in accordo con le indicazioni dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (vedi progetto CORINAIR, §1.2.3), opera invece una distinzione tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*, come riportato nel seguito.

Sorgenti fisse

- *Impianti di produzione di energia, di cogenerazione e di riscaldamento*

Questo gruppo comprende tutti gli impianti di produzione dell'energia e gli impianti di termoutilizzazione. Si osservi che è necessario un opportuno valore di soglia per distinguere gli impianti appartenenti a questo insieme dai piccoli impianti di riscaldamento domestico.

- *Commercio ed industria*

In questo gruppo sono incluse le emissioni derivanti da processi di combustione industriale e dalla produzione, sia dell'industria che del settore commerciale.

- *Allevamento e agricoltura*

Qui sono comprese le emissioni degli allevamenti e dell'agricoltura, le emissioni delle serre con sistemi di riscaldamento, quelle derivanti dall'utilizzo dei fertilizzanti, etc.

- *Riscaldamento domestico*

Sono incluse le emissioni derivanti dagli impianti di combustione domestici, quelli per gli edifici pubblici e delle piccole aziende; in questa classe, inoltre, sono comprese le emissioni dovute all'utilizzo domestico di solventi.

- *Natura*

In questa classe vengono raggruppate le emissioni di origine biogenica, oltre a quelle che non sono incluse nel settore dell'agricoltura.

- *Altre sorgenti*

Tutte le emissioni che non possono essere direttamente assegnate ad una delle classi precedentemente illustrate sono attribuite a questo gruppo, insieme al trattamento delle acque reflue.

Sorgenti mobili Questa sezione comprende le emissioni derivanti da diverse modalità di trasporto.

- *Traffico stradale*

Oltre al traffico su strada sono inclusi in questo gruppo i parcheggi, le autorimesse, le emissioni di tipo evaporativo. Al contrario, le emissioni delle stazioni di distribuzione del carburante sono considerate tra le sorgenti fisse.

- *Veicoli fuori strada e macchinari*
Sono inclusi macchinari agricoli, forestali, industriali, militari e per il giardinaggio. Per gli sport invernali le emissioni rilevanti provengono da sorgenti come i motori diesel degli impianti di risalita, etc.
- *Traffico ferroviario*
Questo gruppo include le attività non elettrificate sulle linee ferroviarie (treni con motrice diesel) e attività parallele dovute a motori non elettrificati.
- *Traffico marittimo e navigazione interna*
Qui sono incluse tutte le emissioni prodotte con la navigazione, derivanti sia da attività commerciali che da quelle sportive.
- *Traffico aereo*
Si devono considerare le emissioni dovute al traffico negli aeroporti e le emissioni dei cicli di decollo ed atterraggio (ciclo LTO).

1.2 Inventari delle emissioni

1.2.1 Caratteristiche

Per la definizione di un inventario devono essere specificati i seguenti elementi, che ne delineano le caratteristiche [4], [5], [6].:

- il dominio territoriale (ad esempio: comune, provincia, regione);
- la risoluzione spaziale, che è legata all'utilizzo dell'inventario. Risoluzioni dell'ordine di qualche chilometro quadrato sono sufficienti per applicazioni modellistiche a scala regionale (modellistica fotochimica). Modelli urbani richiedono invece stime più dettagliate (250m m), fino ad arrivare ai modelli a micro-scala (*canyon urbano*) per i quali è richiesta la localizzazione precisa delle emissioni.
- il periodo temporale di riferimento;
- la risoluzione temporale di un inventario, che dipende dall'applicazione per la quale il censimento delle emissioni è predisposto. Per la stima delle concentrazioni di *background* degli inquinanti primari, è sufficiente una bassa definizione temporale. Per applicazioni modellistiche a scala urbana e regionale è richiesta la risoluzione oraria.
- la classificazione delle sorgenti di emissione:
 - per attività, ad esempio secondo la nomenclatura SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution);
 - per tipologia (sorgenti puntuali, lineari o diffuse);
- gli inquinanti censiti: gli inquinanti convenzionali, i microinquinanti o gli inquinanti che causano l'effetto serra.

1.2.2 Metodologie

La compilazione di un inventario può avvenire secondo due metodologie di base (*bottom-up* e *top-down*) o una loro combinazione.

Bottom-up La metodologia *bottom-up* è basata sul censimento di tutte le singole attività inquinanti presenti sul territorio. Questo modo di procedere implica il collezionare e gestire una tale quantità di dati che ne limita l'impiego a domini limitati o a specifici settori di attività inquinanti.

Struttura dei dati: le informazioni raccolte sono strutturate secondo le caratteristiche di seguito esposte.

- *Tipologia* I dati possono essere classificati in base alla potenziale frequenza di aggiornamento in: dati statici (unità di misura, fattori di conversione, composti chimici, ...), dati aggiornabili (fattori di emissione, grafi stradali, ...) e dati dinamici (informazioni di consumo, emissione e produzione industriale, dati di popolazione, ...).
- *Modulazione temporale* Le attività inquinanti sono dipendenti dal tempo; la modulazione è descritta da profili temporali gerarchici ovvero specificati per mese, giorno della settimana e ora del giorno.
- *Sorgenti puntuali* Sono descritte da dati geometrici della sorgente (coordinate, altezza, diametro, ...), informazioni relative a dispositivi di abbattimento delle emissioni, descrizione dei processi di produzione.
- *Sorgenti diffuse* Sono necessari dati di emissione e consumo di energia distribuiti in distretti amministrativi o su griglia.
- *Traffico* Le categorie di dati utilizzati per la stima delle emissioni da traffico sono: la classificazione delle strade (autostrade, arterie di grande percorrenza, strade urbane, rete in aree industriali, ...) e dei veicoli (automobili, veicoli leggeri, moto a due tempi, ...), la definizione del reticolo stradale, i dati dinamici del flusso del traffico (velocità, composizione del parco circolante, volume annuale, ...).
- *Popolazione* I dati relativi alla popolazione vanno specificati nelle stesse unità territoriali previste per le sorgenti diffuse.

Descrizione delle sorgenti emissive: i dati sono distinti in informazioni specifiche sull'attività inquinante e sulle fonti di tali informazioni. La distinzione tra sorgenti puntuali e areali può avvenire sulla base della produzione di inquinanti, della quantità di combustibili utilizzata, della energia prodotta.

Top-down Gli inventari nazionali forniscono dati di emissione annuale a grande scala. Tali stime sono ottenute da bilanci, effettuati su grandi bacini di utenza, di combustibili utilizzati, della produzione industriale e agricola, della distribuzione e consumi della popolazione. La disaggregazione dei dati di emissione in unità territoriali più piccole avviene tramite variabili strettamente correlate alle attività inquinanti in esame, disponibili almeno con lo stesso livello di dettaglio dell'unità territoriale richiesta. La modulazione temporale avviene in modo analogo, ovvero associando alle emissioni i cicli temporali tipici delle attività inquinanti.

Per applicazioni a grande scala o di tipo fotochimico usualmente si impiega un approccio di tipo top down, integrando queste informazioni con quelle provenienti da inventari di tipo bottom up; al contrario, per applicazioni a scala locale o microscala si preferisce utilizzare un inventario bottom up in quanto forniscono informazioni più precise e localizzate sul territorio.

1.2.3 L'inventario CORINAIR

La Comunità Europea ha istituito con la direttiva 85/338/EEC, il progetto CORINE (*COordinated Information on the Environment in the European Community*). Il sottoprogetto CORINAIR - CORe INventory of AIR emission - [7] prevede lo sviluppo di inventari nazionali delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici, con metodologie il più omogenee possibile, che devono essere stilati con cadenza pluriennale. Il primo inventario delle emissioni risale al 1985. Il CORINAIR 85 annovera le emissioni di tre inquinanti (SO_2 , NO_x e VOC), emessi da 8 settori di attività: processi di combustione, raffinerie, combustione industriale, processi di produzione, evaporazione di solventi, trasporto, natura, miscellaneous. La metodologia CORINAIR propone di standardizzare la classificazione delle emissioni per una maggiore e più facile interazione e confronto fra inventari. In particolare sono specificati:

- una nomenclatura per l'identificazione dei settori socio-economici, denominata NAPSEA (Nomenclature for Air Pollution Socio-Economic Activity);
- una nomenclatura (SNAP) che classifica in una struttura fortemente gerarchizzata le sorgenti emissive in 11 macrosettori, 56 settori e 260 categorie;
- la definizione dei fattori emissivi.

La seconda edizione dell'inventario è stata portata a termine nel 1990, aggiornata nel 1991 (CORINAIR 90) e più recentemente ancora nel 1994, ma solo a livello dei settori [6]. Nel seguito si farà riferimento all'inventario CORINAIR90. Tale censimento copre tutti gli Stati membri dell'Unione europea e le emissioni sono disponibili per unità territoriali corrispondenti, per l'Italia, alla provincia. Nell'ambito dell'operazione di aggiornamento ed ampliamento è stata rivista anche la nomenclatura SNAP, ridenominata SNAP90.

In Italia l'inventario delle emissioni, conforme alla metodologia CORINAIR, è stato realizzato dall'ENEA - Dipartimento Ambiente, su incarico del Ministero dell'Ambiente; è in corso di realizzazione la stima delle emissioni di inquinanti per l'anno 1994.

L'obiettivo del CORINAIR 90 è di fornire un inventario completo, consistente e trasparente degli inquinanti atmosferici per l'Europa. È disponibile per la maggior parte degli stati europei e la classificazione SNAP 90 è stata progettata per fornire la lista più completa possibile delle attività in grado di produrre emissioni degli inquinanti: metano CH₄, ammoniaca NH₃, ossidi di azoto NO_x, protossido di azoto N₂O, monossido di carbonio CO, biossido di carbonio CO₂, composti organici non metanici, ossidi di zolfo SO₂. Le emissioni sono censite in 11 macrosettori:

1. produzione pubblica di elettricità;
2. impianti di combustione commerciali, istituzionali e residenziali;
3. impianti di combustione industriali e processi con combustione;
4. processi diversi dalla combustione;
5. estrazione e distribuzione di combustibili fossili;
6. uso di solventi;
7. trasporto su strada;
8. altre modalità di trasporto;
9. trattamento e smaltimento dei rifiuti;
10. agricoltura;
11. natura.

La consistenza degli inventari nazionali è assicurata dall'applicazione sistematica in ciascun paese membro della metodologia CORINAIR. La trasparenza è raggiunta attraverso l'accessibilità sia dei dati sia dei fattori emissivi impiegati che dalle fonti di queste informazioni.

Le sorgenti sono distinte in puntuali e diffuse. Le prime sono descritte in un *database* che ne riporta dati geometrici e di emissione. Le sorgenti diffuse invece sono caratterizzate da specifici *fattori emissivi* che consentono la stima del totale emesso. Tali fattori sono ottenuti come valore medio di un elevato numero di misure, tra loro anche non omogenee e sono affetti da incertezza. Per le sorgenti diffuse, le emissioni sono pertanto stimate tramite la relazione seguente:

$$\frac{E}{\text{anno}} = \frac{A}{\text{anno}} \cdot EF$$

dove:

E: quantità emessa [g];

A: attività della sorgente;

EF: fattore di emissione per unità di attività.

L'attività *A* della sorgente emissiva è quantificata tramite un indicatore opportuno (per le centrali termoelettriche, ad esempio, si considerano i consumi di combustibile).

2

Il modello delle emissioni POEM

Un modello delle emissioni è uno strumento metodologico e informatico che consente di descrivere lo stato delle emissioni o di ipotizzare scenari alternativi; fornisce informazioni strutturate sulle sorgenti emissive e i flussi di emissione nella porzione di territorio in esame.

In particolare, il modello POEM (POllutant Emission Model), illustrato nel seguito, elabora e predispone i campi emissivi in input ad un modello fotochimico euleriano a griglia. Per soddisfare i requisiti richiesti dai modelli di trasporto, il dato in uscita a questo processore delle emissioni, elaborato dal dato grezzo di partenza acquisito dall'inventario nazionale, deve presentare una risoluzione spaziale conforme alla griglia del modello fotochimico e un notevole dettaglio temporale; inoltre, le informazioni concernenti i composti organici volatili devono essere dettagliate, specificando la composizione dei singoli composti, tramite l'operazione di *speciazione*. Le figure 2.1,2.2 riportano, solo a titolo di esempio, due diversi output del modello ricavati in applicazioni all'area lombarda [8], [9], [10].

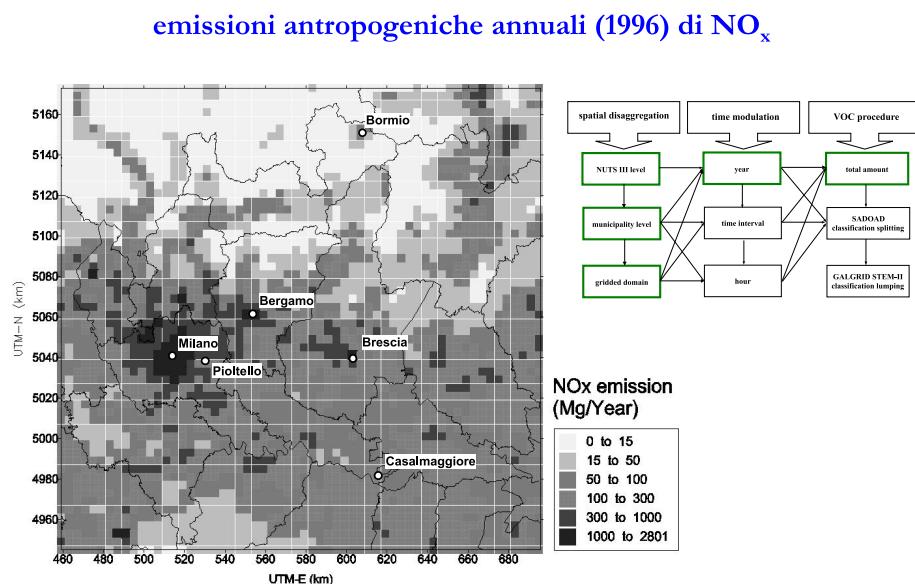


Figura 2.1 Campo delle emissioni annuali di NO_x stimato per il 1996

Nel paragrafo che segue vengono riportati sinteticamente i punti caratterizzanti del modello e della metodologia implementata.

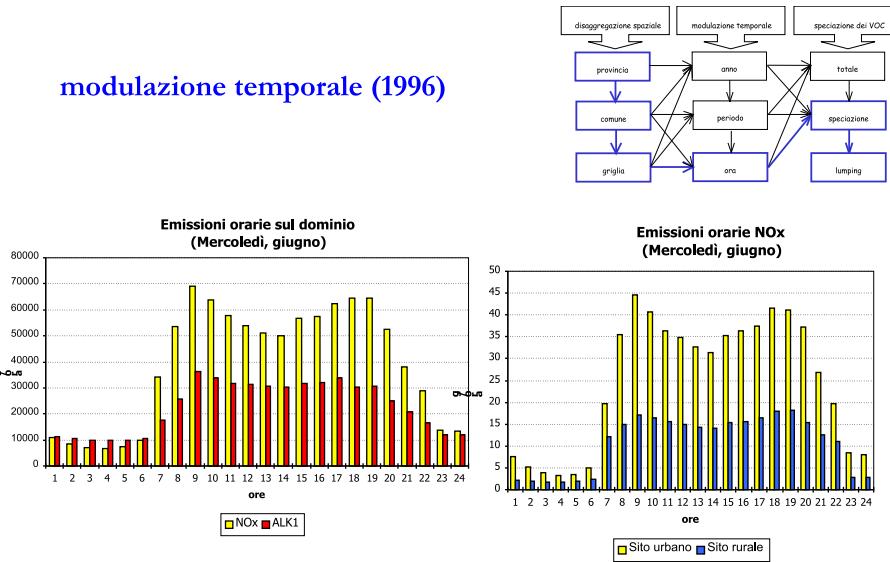


Figura 2.2 Profili emissivi stimati per un giorno feriale del giugno 1996

2.1 Metodologia

Il modello POEM [11], [12] offre una duplice modalità di impiego, tramite differenti approcci metodologici allo studio delle emissioni in un'area assegnata. Il modello consente la predisposizione dell'*inventory* delle emissioni, ottenuto dall'applicazione dell'algoritmo di disaggregazione delle emissioni diffuse dell'inventario nazionale (approccio *top-down*). Inoltre il processore consente di predisporre campi di emissione, corrispondenti a scenari ipotizzati, al fine di valutarne, tramite simulazione modellistica, l'impatto sulla qualità dell'aria. In tale modalità di funzionamento, il modello delle emissioni è uno strumento utile in fase di pianificazione per verificare l'efficacia di una strategia di abbattimento delle emissioni, per confrontare i risultati ottenibili da politiche di risanamento alternative, per stimare l'impatto di nuovi insediamenti industriali o infrastrutture. Dal momento che le politiche di riduzione degli inquinanti in genere interessano solo alcuni "settori inquinanti", per lo studio di scenari alternativi si procede alla messa a punto di dati emissivi relativi al comparto considerato, partendo non più dal dato CORINAIR, ma dalla variabile caratterizzante il comparto in esame (approccio *bottom-up*). Il modello POEM implementa quindi un *approccio misto*. Per ciascuna modalità, è possibile costruire i campi emissivi sulla base delle tre seguenti opzioni:

Risoluzione spaziale Il modello consente la disaggregazione delle emissioni da provinciali in comunali o sulle maglie di una griglia. L'algoritmo utilizza particolari grandezze dette *variabili surrogato*, fortemente correlate alle sorgenti emissive e note con elevata risoluzione territoriale. Si ipotizza che la quantità inquinante emessa in atmosfera abbia la stessa distribuzione spaziale della variabile scelta come indicatore. La scelta dei *fattori di disaggregazione* è limitata dalla disponibilità di dati caratterizzanti il territorio. Le fonti da cui si attinge per la determinazione degli indicatori surrogato sono molto diversificate ed eterogenee tra loro; in particolare, si sfruttano dati provenienti dalle elaborazioni statistiche dell'ISTAT, del Ministero dell'Industria, dell'ENEL, dell'ACI e della Società Autostrade, dalle mappe di uso del suolo (*land use*) CORINAIR e delle Regioni. Per quanto concerne i dati ISTAT si fa riferimento al *Censimento generale dell'industria e dei servizi 1991*, *Censimento generale della Popolazione e delle abitazioni 1991*, *Censimento generale dell'agricoltura 1990*. Nella tabella 2.1, è riportata la scelta degli indicatori impiegati per la disaggregazione spaziale dei macrosettori dell'inventario CORINAIR, mentre in appendice B è riportato l'elenco completo delle variabili surrogato per tutte le categorie SNAP90. Si osserva come, in molti casi, la variabile utilizzata sia costituita dal numero di addetti operativi di una o più categorie ISTAT, ritenute rilevanti al fine dell'emissione per la categoria CORINAIR esaminata. L'utilizzo di tali informazioni come indicatore porta a considerare

una specifica classificazione delle attività antropiche differente da quella impiegata nella definizione delle categorie SNAP90. E' fondamentale, perciò, determinare il legame che intercorre tra la classificazione SNAP90 e quella più generale delle attività economiche, al fine di poter individuare quali siano le attività antropiche inquinanti alle quali attribuire, con una corretta ripartizione, le emissioni di ciascuna classe CORINAIR.

Macrosettori	Elemento di disaggregazione	fonte
Produzione pubblica di elettricità, cogenerazione, teleriscaldamento.	Addetti: produzione e distribuzione di energia elettrica. Addetti: produzione e distribuzione di vapore e acqua calda.	ISTAT ISTAT
Impianti di combustione, commerciali, istituzionali e residenziali.	Fabbisogno energetico.	ISTAT, ENEA, Provincia
Impianti di combustione industriali e processi di combustione.	Addetti: fabbricazione della pasta carta. Addetti: Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali. Addetti: fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi. Addetti: fabbricazione di metallo e prodotti in metallo.	ISTAT ISTAT ISTAT ISTAT
Processi diversi dalla combustione	Addetti: industrie alimentari, delle bevande e del tabacco. Addetti: industrie del legno e dei prodotti in legno. Addetti: fabbricazione della pasta-carta. Addetti: fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi. Addetti: fabbricazione di metallo e prodotti in metallo.	ISTAT ISTAT ISTAT ISTAT ISTAT
Estrazione e distribuzione dei combustibili fossili.	Addetti: estrazione di petrolio greggio e gas naturale Addetti: produzione di gas; distribuzione di combustibili gassosi. Addetti: vendita al dettaglio di carburanti per autotrazione.	ISTAT ISTAT ISTAT
Uso dei solventi.	Popolazione. Addetti	ISTAT ISTAT
Trasporto su strada.	Modello di assegnazione dei flussi di traffico.	ACI, ANAS, Soc. Autostrade
Altre modalità di trasporto.	Cicli LTO, terreni coltivati (uso del suolo).	Regione
Trattamento e smaltimento dei rifiuti.	Addetti: smaltimento dei rifiuti solidi, delle acque di scarico e simili.	ISTAT
Agricoltura.	Allevamenti, terreni coltivati (uso del suolo).	ISTAT, Regione
Natura.	Uso del suolo.	Regione

Tabella 2.1: Indicatori per macrosettori CORINAIR

Risoluzione temporale POEM prevede l'impiego di tre unità temporali distinte, ovvero l'anno, l'ora e l'intervallo di giorni (periodo). L'esigenza di possedere i campi emissivi con una risoluzione temporale elevata è motivata dalla necessità di una migliore comprensione e analisi del panorama emissivo. L'ampiezza dell'intervallo temporale è funzione dell'applicazione; se per una prima stima della situazione

emissiva del territorio la risoluzione annuale è sufficiente, per la creazione di campi di concentrazione modellistici la risoluzione oraria è invece indispensabile. Ultima possibilità prevista da POEM è la stima delle quantità totali di inquinanti rilasciate in atmosfera in un intervallo fissato (*periodo*). L'operazione di identificazione di corretti *profili temporali* per le diverse tipologie di sorgenti è successiva alla fase di determinazione delle variabili *surrogato*, con cui si effettua la disaggregazione spaziale. Infatti, una volta scelto il fattore di disaggregazione spaziale, la modulazione temporale viene eseguita utilizzando i *profili temporali* che caratterizzano l'attività inquinante. Nei casi ove non è identificabile un preciso ciclo temporale, si procede impiegando dei riferimenti che caratterizzino l'attività. Per ogni variabile surrogato si identifica un profilo *mensile*, *settimanale* e *giornaliero*; per determinare l'emissione relativa ad un intervallo di tempo definito si moltiplicano i valori di emissione annuali per i profili temporali giornalieri, settimanali e mensili, opportunamente normalizzati. Ad esempio, per le emissioni industriali si assume che le emissioni orarie, giornaliere e mensili siano funzione del ciclo produttivo. Le variazioni mensili di queste emissioni riguardano principalmente il mese di agosto, per effetto delle ferie lavorative, mentre le variazioni negli altri mesi sono trascurabili. Le variazioni settimanali sono evidenti soprattutto nei week-end (sabato e domenica), per effetto della pausa lavorativa. Infine, all'interno della giornata, le differenze orarie derivano dalla presenza di turni lavorativi, concentrati dalle 7 alle 22.

Speciazione dei VOC La descrizione dei VOC (Composti Organici Volatili) è motivata dalla necessità di individuare, all'interno della generica definizione di VOC, il peso relativo dei composti che possono essere tossici per la salute o contribuire in modo determinante ai processi di formazione di *smog secondario*. L'identificazione delle specie di VOC è una informazione necessaria per la modellizzazione dei fenomeni di smog fotochimico. Il dato aggregato dei VOC è specificato attraverso la determinazione del profilo tipico di emissione di ciascuna tipologia di sorgente. L'analisi dello spettro emissivo è elaborata tramite l'impiego di dati di letteratura; da anni, infatti, progetti europei e statunitensi sono finalizzati alla definizione di profili di speciazione per i diversi comparti emissivi. Gli archivi dell'US-EPA (Environmental Protection Agency) e CORINAIR raccolgono centinaia di profili relativi a sorgenti industriali e non, raggruppati in 31 categorie. D'altra parte è opportuno ricordare che, dal momento che le classi di composti organici sono generate in funzione dei parametri specifici che caratterizzano la sorgente, i margini di incertezza connessi all'utilizzo di profili standard sono piuttosto elevati. Ad esempio, in tabella 2.2 è riportato il profilo adottato per le raffinerie e gli impianti di lavorazione e trasformazione del greggio, che in SPECIATE, database dell'EPA per i profili emissivi, va sotto il nome di *Petroleum industry (average)*.

La definizione della risoluzione spaziale, temporale e speciazione dei VOC determina l'uscita del modello, come sintetizzato in figura 2.5. L'algoritmo non prevede l'applicazione sequenziale dei tre *step*, ma prende in considerazione contemporaneamente le tre fasi, poiché strettamente connesse le une alle altre. Infatti, ad esempio, quando si opera la ripartizione spaziale non si può non tener conto anche della durata dell'attività inquinante, per quantificare in modo corretto il contributo emissivo delle sorgenti.

L'algoritmo *top-down* è impiegato per la stima delle emissioni provenienti da tutte le sorgenti di origine antropica, tranne per le emissioni da traffico e quelle di origine biogenica, per le quali si procede al calcolo diretto.

2.2 Formalizzazione

L'inventario CORINAIR è composto da *macrosettori*, i quali sono a loro volta suddivisi in *settori* e, infine, in *categorie* (§ 1.2.3). Poiché vi sono casi in cui, per una stessa sorgente, sono presenti diverse "tecnologie", caratterizzate da un proprio profilo temporale e da uno specifico profilo emissivo di VOC, ogni categoria dell'inventario CORINAIR è stata ulteriormente suddivisa in *sottocategorie*, o *attività inquinanti*.

Il macrosettore 7 "Trasporto su strada", ad esempio, è composto da 6 settori: Automobili, Veicoli leggeri (< 3.5 t), Veicoli pesanti ($> 3,5$ t) e Motocicli con cilindrata < 50 cm³, Motocicli con cilindrata > 50 cm³ e Motori a benzina (emissioni evaporative). I primi tre settori sono ripartiti in tre categorie: Autostrade, Strade extraurbane e Strade urbane. Poiché esistono diversi tipi di carburanti, ciascuno caratterizzato da

Specie organica	%
Isomeri di esano	9.06
Isomeri di eptano	0.71
Isomeri di ottano	0.45
Isomeri di nonano	1.14
Isomeri di decano	0.32
C-7 cicloparraffine	2.57
C-8 cicloparraffine	0.75
C-9 cicloparraffine	0.12
Isomeri di eptano	18.80
Etano	6.80
Propano	23.90
Propene	1.98
N-Butano	9.03
Butene	0.17
Iso-Butano	3.27
N-Pentano	5.42
Eptano	1.40
Ottano	1.96
N-Decano	0.84
Cicloesano	0.09
Formaldeide	10.04
Isomeri di xilene	0.21
Benzene	0.43
Toluene	0.50

Tabella 2.2 Profilo di speciazione dei composti organici non metanici per le raffinerie di petrolio

uno specifico profilo emissivo, per ognuna delle precedenti categorie si definisce una *sottocategoria* che sottolinei il diverso combustibile impiegato (benzina, benzina verde, diesel, gpl).

Per quantificare il peso delle sottocategorie all'interno della stessa categoria, si introduce un coefficiente detto di *ripartizione*. Qualora non sia noto il peso della attività all'interno della categoria, si procede ad una ripartizione equa tra i fattori attinenti alla categoria, mentre nel caso in cui l'attività sia unica, il valore del coefficiente di ripartizione è unitario.

2.2.1 Disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni

Matrice di disaggregazione spaziale Il primo passo dell'algoritmo è costituito dal calcolo della *matrice di disaggregazione spaziale*. Le righe della matrice indicano i comuni della provincia, mentre le colonne rappresentano le diverse attività inquinanti, caratterizzanti la categoria.

Il singolo *coefficiente di disaggregazione spaziale* si ottiene come prodotto del *coefficiente di distribuzione spaziale* e del *coefficiente di ripartizione*

$$spa_{c,p,a} = \left\{ s_{c,p,a} \cdot r_{c,p,a} \right\} \quad (2.1)$$

dove:

$s_{c,p,a}$ è il *coefficiente di disaggregazione spaziale*, relativo al comune c della provincia p , per l'attività inquinante a ;

$s_{c,p,a}$ è il coefficiente di distribuzione spaziale, relativo al comune c della provincia p , per l'attività inquinante a ;

$r_{c,p,a}$ è il coefficiente di ripartizione, relativo al comune c della provincia p , per l'attività inquinante a .

Coefficiente di normalizzazione di categoria L'attività inquinante è caratterizzata da un proprio ciclo temporale emissivo descritto da un fattore temporale che indica il periodo durante il quale una soegente è attiva. I dati di disaggregazione spaziale e di modulazione temporale provengono da fonti eterogenee; devono, dunque, essere resi omogenei mediante mormalizzazione. Si definisce, quindi, il *coefficiente di normalizzazione* per ciascuna attività inquinante.

$$\Gamma_a = \gamma_{s_{p,a}} \cdot \gamma_{t_a} \quad (2.2)$$

dove:

$\gamma_{s_{p,a}}$ è il coefficiente di normalizzazione *spaziale*;
 γ_{t_a} è coefficiente di normalizzazione *temporale*.

Il primo si ricava sommando i valori dei coefficienti di disaggregazione spaziale dei comuni appartenenti alla provincia p considerata:

$$\gamma_{s_{p,a}} = \sum_{c=1}^{com_p} spa_{c,p,a} \quad (2.3)$$

com_p rappresenta il numero di comuni appartenenti alla provincia p .

Il secondo esprime il numero annuale di ore di funzionamento della sorgente emissiva considerata. La valutazione del numero totale di ore per attività è ottenuta dal *vettore di modulazione temporale* che indica le ore del giorno, della settimana e del mese in cui vi è emissione.

$$\gamma_{t_a} = n_{sett} \cdot \sum_{i=1}^{24} h_{i,a} \cdot \sum_{s=1}^7 w_{s,a} \cdot \sum_{n=1}^{12} m_{n,a} \quad (2.4)$$

dove:

$h_{i,a}$ è il valore di modulazione oraria dell'attività a -esima;
 $w_{s,a}$ è valore di modulazione settimanale dell'attività a -esima;
 $m_{n,a}$ è valore di modulazione mensile dell'attività a -esima;
 n_{sett} è fattore moltiplicativo pari al numero medio di settimane in un mese.

Il coefficiente di normalizzazione per categoria (*cat*) è così ottenuto:

$$\Gamma = \sum_{a=1}^{att} \Gamma_a = \sum_{a=1}^{att} \gamma_{s_{p,a}} \cdot \gamma_{t_a} \quad (2.5)$$

dove att è il numero di attività considerate per ciascuna categoria.

Stima delle emissioni L'emissione dell'inquinante i , nel comune c , per l'attività a , relativa all'intervallo temporale t , si ottiene come segue:

$$e_{i,c,a,t} = E_{p,i} \cdot \underbrace{\frac{spa_{c,p,a} \cdot \gamma_{t_a}}{\Gamma} \cdot abl_{i,c,a} \cdot T_{t,a}}_{\text{contributo annuo}} \quad (2.6)$$

dove:

$e_{i,c,a,t}$ è l'emissione comunale della sostanza i , dovuta all'attività a e per l'intervallo t ;
 $E_{p,i}$ è l'emissione provinciale l'inquinante i ;
 $spa_{c,p,a}$ è il coefficiente di disaggregazione spaziale;
 γ_{t_a} è il coefficiente di normalizzazione temporale;
 $abl_{i,c,a}$ è il coefficiente di riduzione dell'inquinante i , per il comune c e per l'attività a ;

- $T_{t,a}$ è il coefficiente temporale, per l'intervallo t e per l'attività a ;
 Γ è il coefficiente di normalizzazione.

In particolare:

- Il *coefficiente di riduzione* $abl_{i,c,a}$ viene impiegato nella sintesi di *scenari alternativi* per ridurre o aumentare le emissioni relative ad un inquinante. Nella fase di stima dell'inventario delle emissioni esistenti il coefficiente viene posto a 1.
- Il coefficiente $T_{t,a}$ consente di produrre campi di emissione con il dettaglio temporale desiderato, pesando il contributo emissivo della sorgente per l'intervallo temporale prescelto.

La quantità totale emessa in atmosfera, attribuita alla specifica categotia (cat), si ricava sommando i contributi delle sottocategorie ad essa riferite:

$$e_{i,c,cat,t} = \sum_{a=1}^{att} e_{i,c,a,t} \quad (2.7)$$

2.2.2 La speciazione dei VOC

Il contributo emissivo di una singola specie chimica appartenente al gruppo dei Composti Organici Volatili, è stimato sulla base di profili di speciazione secondo la classificazione SAROAD (Storage and Retrieval of Aerometric Data), definita dall'EPA. Tali profili esprimono la composizione della miscela di VOC per ciascuna attività inquinante, fornendo la percentuale per ogni prodotto di speciazione k . Poiché ogni attività inquinante presenta uno specifico profilo di speciazione dei VOC, l'operazione di ripartizione è eseguita per ciascuna delle sottocategorie. Indicando con $e_{voc,c,a,t}$ l'emissione comunale di VOC, il valore della singola specie chimica è espresso da

$$VOC_{k,c,p,a} = e_{voc,c,a,t} \cdot \frac{spec_{k,a}}{100} \quad (2.8)$$

dove $spec_{k,a}$ rappresenta il valore percentuale della specie k per l'attività inquinante a .

2.2.3 Emissioni biogeniche

Con il termine *emissioni biogeniche* si intendono tutte le emissioni dovute agli aspetti naturali del suolo, catalogate e studiate nel macrosettore 11 dell'ultima versione dell'inventario CORINAIR. Tali emissioni possono essere dovute a:

- vegetazione (di tutti i tipi dalle foreste di conifere agli arbusti, prati...),
- incendi, fulmini
- acqua e zone paludose (laghi, fiumi, paludi etc...),
- animali,
- vulcani.

Si pone l'attenzione sulle emissioni di VOC dovute ai vari tipi di vegetazione poiché esse rappresentano una porzione rilevante delle emissioni totali di VOC. Secondo quanto indicato nell'ultima edizione del *Guidebook CORINAIR* [13], le foreste (decidue e conifere) contribuiscono per il 19% del totale delle emissioni europee di NMVOC (VOC non metanici), per il 4,4% delle emissioni di CH₄ e per il 14,3% delle

emissioni di N_2O . Se a questi dati si aggiunge il fatto che i VOC hanno un ruolo fondamentale nella formazione di ozono troposferico, e che l'incertezza nella stima delle emissioni biogeniche può raggiungere il 500%, [14] [15], si arriva alla conclusione che uno studio approfondito del comportamento di queste fonti di emissione è di importanza fondamentale per una corretta stima delle emissioni totali soprattutto in alcune zone europee prettamente rurali.

Calcolo dei fattori di emissione e di biomassa L'idea fondamentale alla base dei metodi di stima suggeriti dal CORINAIR consiste nel considerare ogni specie singolarmente e calcolarne le emissioni; questo approccio tuttavia, oltre ad essere molto oneroso computazionalmente, si rivela anche praticamente di difficile attuazione per la precisione dei dati che richiede:

- composizione di resinose e resinose miste,
- composizione di latifoglie e latifoglie miste,
- composizione di cedui semplici,
- composizione di cedui composti.

Queste informazioni si ricavano dalle Statistiche Forestali dell'ISTAT.

Mentre per le specie pure vengono utilizzati i fattori di emissione e di biomassa suggeriti dal CORINAIR, riportati in tabella 2.7, per le specie miste devono essere effettuate delle stime che necessitano di informazioni circa la loro composizione. In mancanza di informazioni più dettagliate, la composizione dei boschi misti per le diverse classi di vegetazione è stata ipotizzata essere la media pesata delle specie di quella categoria presenti.

Le tabelle 2.4, 2.3, 2.5, 2.6 riportano i fattori calcolati per latifoglie, resinose, cedui e prati rispettivamente.

Nome comune	Nome latino	biomassa	f.e. isoprene	f.e. monoterpeni	f.e. altri VOC
Fir	Abies	1400	0	3	1.5
Maple	Acer	320	0	3	1.5
Common Alder	Alnus	320	0	1.5	1.5
Birch	Betula	320	0	0.2	1.5
Hornbeam	Carpinus	320	0	0.65	1.5
Cedar	Cedrus	700	0	1.5	1.5
Orange	Citrus sp.	320	0	1.5	1.5
Italian cypress	Cupressus	700	0	0.65	1.5
Blue gum	Eucalyptus sp.	400	20	3	1.5
European beech	Fagus	320	0	0.65	1.5
Ash	Fraxinus	320	0	0	1.5
Walnut	Juglans	320	0	3	1.5
Common juniper	Juniperus	700	0	0.65	1.5
European larch	Larix	300	0	1.5	1.5
Olive	Olea	200	0	0	1.5
Date palm	Phoenix		20	0	1.5
Spruce	Picea sp.	Varies	1	1.5	1.5
Norway spruce	Picea abies	Varies	1	1.5	1.5

Nome comune	Nome latino	biomassa	f.e. isoprene	f.e. monoterpeni	f.e. altri VOC
Blue spruce	Picea omorika	Varies	10	0.65	1.5
Sitka spruce	Picea pungens	Varies	1	0.65	1.5
	Picea sitchensis	Varies	6	3	1.5
Pines:	Pinus sp.	700	0	3	1.5
Aleppo pine	Pinus halepensis	700	0	0.65	1.5
Umbrella pine	Pinus pinea	700	0	6	1.5
Maritime pine	Pinus pinaster	700	0	0.2	1.5
Scots pine	Pinus sylvestris	Varies	0	1.5	1.5
Pistachio	Pistacia sp.		0	3	1.5
Americ. sycamore*	Platanus	320	34	0	1.5
Poplar	Populus	320	60	0	1.5
Cherry	Prunus	300	0	0	1.5
Douglas Fir	Pseudotsuga	1000	0	1.5	1.5
Default deciduous Oak		320	60	0.2	1.5
Default evergreen Oak		500	0	0	1.5
Turkey oak	Quercus cerris	320	0	1	1.5
Kermes/Holly oak	Quercus coccifera	500	0	0	1.5
Hungarian oak	Quercus frainetto	320	100	0.2	1.5
Holm oak	Quercus ilex	500	0	0	1.5
Sessile oak	Quercus petraea	320	60	0.2	1.5
Downy oak	Quercus pubescens	320	60	0.2	1.5
European oak	Quercus robur	320	60	0.2	1.5
Cork oak	Quercus suber	500	0	0.2	1.5
Locust	Robinia pseudoacacia	320	10	-	1.5
Willow	Salix	150	34	0.2	1.5
Saw-palmetto	Serenoa	320	10	0	1.5
Lime tree/Basswood	Tilia	320	0	0	1.5
Elm	Ulmus	320	0	0.2	1.5

Tabella 2.7: Fattori di biomassa e di emissione per gli alberi europei

Calcolo delle emissioni L'algoritmo di stima delle emissioni suggerito dalla metodologia CORINAIR si basa sul calcolo del flusso orario di emissione secondo il criterio ([16], [17], [14]):

$$\varphi_{i,k} = \int_h \varepsilon_{i,k} \cdot D_k \cdot \gamma_i \cdot dt \quad (2.9)$$

dove:

$\varphi_{i,k}$ è il flusso orario di emissione [$g \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$] dell'inquinante i relativo alla specie k

specie	fattore di biomassa	f.e. isoprene	f.e. monoterpeni	f.e. altri VOC
abete bianco	1400	0	3	1.5
abete rosso	1400	0	3	1.5
larice	300	0	1.5	1.5
pino	700	0	3	1.5

Tabella 2.3 Fattori di biomassa e di emissione delle resinose più comuni.

specie	fattore di biomassa	f.e. isoprene	f.e. monoterpeni	f.e. altri VOC
rovere	320	60	0.2	1.5
cerro	320	0	1	1.5
querzia	320	60	0.2	1.5
castagno	320	60	0.2	1.5
faggio	320	0	0.65	1.5
pioppo	320	60	0	1.5

Tabella 2.4 Fattori di biomassa e di emissione delle latifoglie più comuni.

specie	fattore di biomassa	f.e. isoprene	f.e. monoterpeni	f.e. altri VOC
cedui semplici	200	6.8	0.63	1.63

Tabella 2.5 Fattori medi di biomassa e di emissione dei cedui semplici.

specie	fattore di biomassa	f.e. isoprene	f.e. monoterpeni	f.e. altri VOC
prati	400	0	0.1	1.5

Tabella 2.6 Fattori di biomassa e di emissione dei prati.

$\varepsilon_{i,k}$ è il fattore di emissione [$mg\ g^{-1}\ h^{-1}$] della specie K per l'inquinante i ,

D_k è il fattore di biomassa di quella specie [$g\ m^2$]

γ_i è un fattore di correzione adimensionale che rappresenta gli effetti della radiazione solare e della temperatura sulle emissioni.

Il coefficiente di correzione γ_i varia a seconda dell'inquinante i che si sta considerando, con una differenza significativa tra l'isoprene (le cui emissioni dipendono sia dalla temperatura, sia dalla radiazione solare) e tutti gli altri VOC (le cui emissioni dipendono solo dalla temperatura).

Isoprene Alcuni studiosi hanno proposto che il coefficiente γ_i sia ottenuto come prodotto tra un termine dipendente dalla radiazione solare (C_L) ed un termine dipendente dalla temperatura (C_T) [16]:

$$\gamma_{isoprene} = C_L \cdot C_T \quad (2.10)$$

Per C_L e C_T si assumono le seguenti espressioni:

$$C_L = \frac{\alpha \cdot C_{L1} \cdot PAR}{\sqrt{1 + \alpha^2 PAR^2}} \quad (2.11)$$

$$C_T = \frac{e^{\frac{C_{T1} \cdot (T - T_S)}{R \cdot T_S \cdot T}}}{1 + e^{\frac{C_{T2} \cdot (T - T_M)}{R \cdot T_S \cdot T}}} \quad (2.12)$$

dove:

- R è la costante dei gas [$8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$];
 PAR il flusso della radiazione solare;
 C_{T1}, C_{T2} e C_M sono tre coefficienti calcolati empiricamente, il cui valore è rispettivamente [95000 J mol^{-1}], [$230000 \text{ J mol}^{-1}$], [314 K];
 T_S rappresenta la temperatura [K] a cui è stato misurato il fattore di emissione di isoprene.

Monoterpeni Per quanto riguarda il monoterpeno, il coefficiente di correzione è determinato in base alla formula:

$$\gamma = e^{(\beta \cdot (T - T_S))} \quad (2.13)$$

dove β [0.09 K^{-1}] è un coefficiente calcolato ancora empiricamente.

Recenti lavori ipotizzano che anche le emissioni di monoterpeni per alcune specie dipendano dalla radiazione solare: in questi casi si utilizza per il monoterpeno la stessa formula utilizzata per il calcolo del fattore di correzione dell'isoprene.

Altri VOC Infine per quanto riguarda tutti gli altri VOC viene utilizzato lo stesso fattore di correzione (2.13).

2.2.4 Emissioni da traffico autoveicolare

La metodologia adottata per la valutazione delle emissioni del comparto del traffico in Italia prevede tre passi:

- a) l'acquisizione dei dati relativi al parco circolante in Italia;
- b) la stima delle emissioni mediante l'utilizzo del modello COPERT III (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) [18] ;
- c) l'assegnazione delle emissioni all'area d'indagine.

I dati necessari alla descrizione del parco possono essere ottenuti dall'ACI e riguardano la ripartizione in tipologia dei veicoli, cilindrata, alimentazione, numero medio di chilometri percorsi in un anno, velocità media di percorrenza, tecnologia motoristica equipaggiata, ripartizione dei cicli urbano, extra-urbano e autostradale. Questo dettaglio di informazione è necessario per la corretta implementazione del modello COPERT III, che consente la stima delle emissioni a partire da quattro classi di informazioni:

- il consumo dei carburanti, dettagliato per tipo di combustibile e per categoria di veicoli;
- il parco circolante, descritto dal numero di veicoli per categoria e dalla distribuzione di età per categoria (classificazione UN-ECE);
- le condizioni di guida, definite dal numero di chilometri percorsi per classe di veicoli, dal numero di chilometri percorsi per classe di tipologia di strada (urbana, extraurbana, autostrada) e dalla velocità media dei veicoli;
- i fattori di emissione, applicati per classe di veicoli, per velocità e età del parco, utilizzando indicazioni relative alle proprietà dei carburanti, alle condizioni meteorologiche, al carico medio dei veicoli.

2.2.5 L'aggregazione chimica

I modelli fotochimici introducono una semplificazione nella valutazione delle reazioni chimiche in atmosfera: il numero delle specie chimiche trattate è infatti inferiore a quello reale e i prodotti di speciazione vengono raggruppati in classi di inquinanti omogenee dal punto di vista della reattività chimica; queste classi sono trattate come composti veri e propri e reagiscono con le altre sostanze presenti in atmosfera. Con l'operazione di aggregazione quindi il numero di composti organici è ridotto fortemente, da diverse centinaia a poche decine.

Esiste in letteratura un ampio numero di classificazioni, orientate ad aggregare il vasto spettro dei composti organici volatili al fine di selezionare un numero limitato di classi omogenee in termini di caratteristiche chimico-fisiche. In generale, i criteri di classificazione fanno riferimento a due approcci di base: il primo, noto come *lumped structure approach*, classifica le molecole organiche sulla base dei tipi di legame che interessano gli atomi di carbonio. Il secondo, noto come *lumping approach* o *lumped molecule*, classifica le sostanze dal punto di vista della reattività raggruppandole sotto nomi da usare negli schemi semplificati delle reazioni chimiche.

Nella versione attuale il modello delle emissioni consente il *lumping* secondo le specifiche del modulo chimico SAPRC90 [19],[20]. POEM fornisce pertanto l'aggregazione dei VOC nelle classi:

- a) HCHO, formaldeide;
- b) CCHO, acetaldeide;
- c) RCHO, aldeidi superiori;
- d) ALK1, alcani a bassa reattività;
- e) ALK2, alcani ad alta reattività;
- f) ARO1, aromatici a bassa reattività;
- g) ARO2, aromtici ad alta reattività;
- h) ETHE, etilene;
- i) OLE1, alcheni a bassa reattività;
- j) OLE2, alcheni ad alta reattività;
- k) OLE3, alcheni biogenici;
- l) MEOH, alcol metilico;
- m) ETOH, alcol etilico;
- n) MTBE, metil trans-butil etere;
- o) MEK, metil-etyl chetone e altri chetoni;
- p) CRES, cresoli e altri composti fenolici;
- q) MGLY, metil-gliossale.

Una possibile estensione dei meccanismi chimici rende necessario l'impiego di uno strumento che consenta la sostituzione, o la modifica, del modulo chimico di un modello di qualità dell'aria. Il Flexible Chemical Mechanism (FCM) [21] consente di effettuare con efficienza questa operazione ed è costituito da un insieme di tre programmi (PREP, PREPEMIT e PREPUAM) ognuno dei quali assolve uno specifico compito.

Il primo (PREP) consente di definire un insieme di specie chimiche specificandone le reazioni e tutti i parametri meccanicistici di interesse (costanti cinematiche chimiche e fotochimiche, rese di reazione) e di ottenere le routines, in codice Fortran, che consentono di valutare le velocità di reazione e le derivate temporali delle concentrazioni delle diverse specie. Queste routine devono essere collegate al modello fotochimico per effettuare l'integrazione delle equazioni di bilancio materiale. Comunemente, nei modelli fotochimici, si definiscono alcune specie fittizie con le quali rappresentare, in maniera semplificata, il comportamento chimico in atmosfera di una classe di composti chimici affini: in questo modo si riducono notevolmente il numero di specie e di reazioni da rappresentare abbassando i tempi di calcolo. Il PREP produce inoltre un file utilizzabile come input nel modello fotochimico e contenente tutti i dati relativi alle reazioni ed alle specie chimiche.

Poiché il meccanismo impiega solo un insieme limitato di specie chimiche, è necessario rappresentare le emissioni utilizzando tali specie e convertendo appropriatamente i dati relativi ai composti effettivamente emessi. A questa esigenza provvede il PREPEMIT che consente di stabilire come rappresentare ogni specie emessa mediante le specie disponibili nel meccanismo. Il PREPEMIT fornisce quindi un file di dati che definisce il contributo di ogni composto emesso ad una o più specie chimiche utilizzate per modellarne la reattività. Nel caso di meccanismi come il SAPRC, che utilizzano il lumping approach, è necessario, inoltre, determinare il valore dei parametri cinematici, come pure delle rese di reazione, per i composti lumped dal momento che la natura di ognuna queste specie fittizie dipende dal tipo e dal quantitativo emesso di ciascuna delle specie chimiche dettagliate che rappresenta. Di conseguenza, i parametri meccanicistici delle specie lumped sono una media pesata dei corrispondenti valori per le singole specie valutata in base ai quantitativi emessi ed alla reattività di ognuna. Tali dati completano le informazioni contenute negli output del PREP. Invece, nel caso di meccanismi come il CBIV, il comportamento chimico delle specie (fittizie) è fissato a priori in base alla reattività dei singoli gruppi per cui non è necessario valutare i parametri meccanicistici mediante le emissioni.

Il PREPUAM, infine, è un programma di interfacciamento tra i files di output del PREP e del PREPEMIT ed il modello fotochimico UAM. Più specificatamente questo programma converte i file di dati forniti in output dai due precedenti programmi, in un formato adatto ad essere utilizzato da UAM. Tra gli output di PREPUAM ci sono anche alcune routines ed alcuni files di include che dipendono dal meccanismo e che devono essere collegati al codice di UAM insieme alle routine prodotte dal PREP per la valutazione delle velocità di reazione (anche queste dipendenti dal meccanismo).

2.2.6 Armonizzazione di POEM nel sistema modellistico fotochimico

Affinché vi sia congruenza fra la classificazione dei composti organici volatili impiegata dal modello delle emissioni POEM e le specie gruppo dal modello di trasporto, si rende necessaria un'operazione di armonizzazione fra il processore delle emissioni e il modulo chimico impiegato dal modello stesso.

Il modulo chimico necessita di diverse informazioni: il profilo tipico dei VOC, l'assegnamento dettagliato per la classificazione dei VOC, le informazioni per il controllo del *lumping*, i parametri "meccanici" propri delle specie contemplate nel modulo. Lo schema in figura 2.3 rappresentata l'interazione fra il modello delle emissioni, il processore chimico ed il modello di diffusione e trasporto. I blocchi ovali rappresentano le operazioni che sarebbero proprie del processore chimico, realizzate invece all'interno di POEM e che consentono l'armonizzazione tra il modello delle emissioni ed il modello fotochimico.

Il profilo tipico di emissione si ottiene stimando la quantità di composti organici emessa in atmosfera, in un determinato periodo, e impiegando una particolare classificazione dei VOC; il profilo quindi è funzione dello scenario emissivo prescelto. È il processore delle emissioni che fornisce al meccanismo chimico questo profilo e, perciò, la catalogazione dei VOC applicata nel modello POEM deve essere congruente a quella del meccanismo chimico nel modello, affinché le emissioni siano consistenti con il meccanismo chimico selezionato.

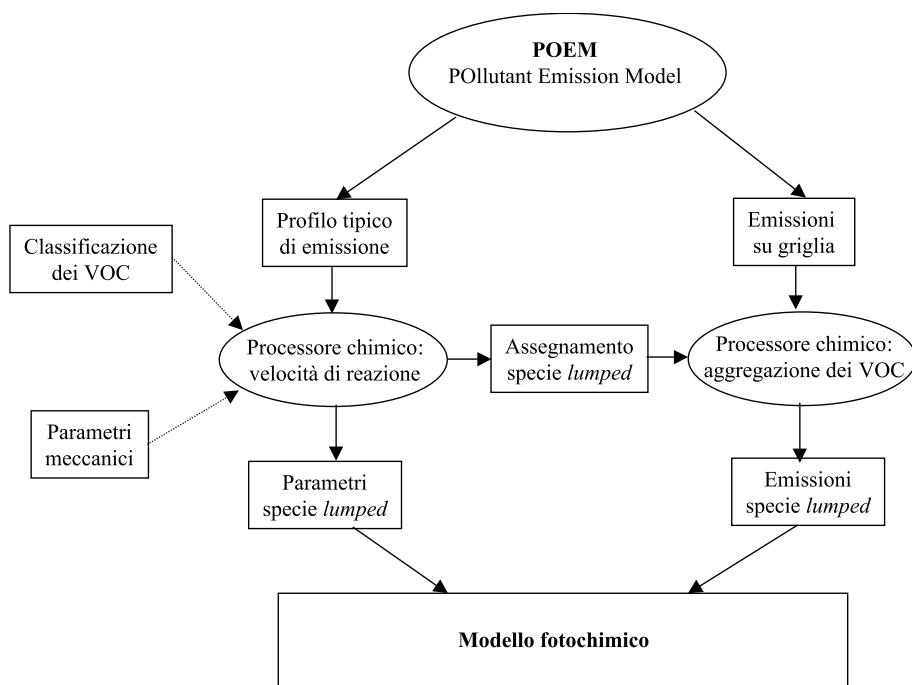


Figura 2.3 Armonizzazione fra il modello delle emissioni ed il modello fotochimico

Il processore chimico calcola le velocità di reazione delle diverse specie chimiche, impiegando il profilo tipico fornito dal processore delle emissioni; in questo modo si predispongono sia le informazioni necessarie al modello di trasporto (di solito, per la fase di inizializzazione), sia i parametri per l'aggregazione delle specie organiche, che vengono ancora impiegati da POEM. Allo stato attuale di sviluppo, il formato degli output del modello delle emissioni è predisposto per il modello fotochimico CALGRID [22].

2.3 Implementazione software

Il codice di POEM è scritto in linguaggio FORTRAN, secondo le specifiche dello standard 77. La scelta di questo linguaggio di programmazione non è casuale, ma è motivata dal fatto che il linguaggio FORTRAN costituisce lo standard per i modelli matematici approvati dall'*Environmental Protection Agency*, l'ente statunitense per la protezione dell'ambiente.

La realizzazione del modello delle emissioni ha richiesto l'ideazione e la realizzazione anche di un *preprocessore*, al fine di rendere meno onerosa la fase di elaborazione dei dati. Tale modulo filtra ed elabora i dati, acquisiti in forma piuttosto grezza e da fonti eterogenee, ponendoli nel formato adatto per essere impiegati dal modello POEM. Infatti, mentre per i profili di modulazione temporale e di speciazione dei composti organici si impiegano informazioni di letteratura, per l'operazione di distribuzione spaziale è necessario predisporre un insieme di dati, organizzati in opportuna forma tabellare.

In figura 2.4 sono rappresentati il modello POEM ed il suo preprocessore. Nei riquadri sono indicate tutte le informazioni necessarie alla applicazione della metodologia, e nei cerchi vengono evidenziati i dati elaborati dal preprocessore, che costituiscono l'input del modello delle emissioni.

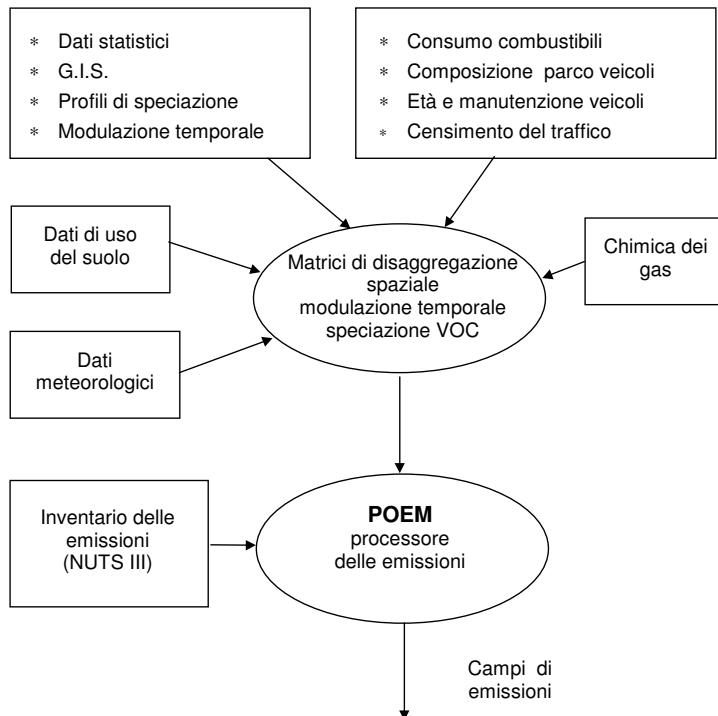


Figura 2.4 Il modello POEM ed il suo preprocessore

2.3.1 Architettura del modello POEM

La struttura di POEM è costituita da diversi moduli, ognuno dei quali è realizzato da una o più procedure ed implementa una delle equazioni che formalizzano la metodologia proposta.

Il codice di POEM può essere suddiviso, in prima istanza, in due parti, corrispondenti a due fasi operative distinte. Nella prima, *fase di inizializzazione*, si acquisiscono le informazioni ed i dati necessari per la procedura di disaggregazione; la seconda fase costituisce il *nucleo* del modello e realizza la disaggregazione spaziale e temporale dei dati e la speciazione dei VOC.

2.3.2 Fase di inizializzazione

Nella fase di inizializzazione, il modello acquisisce informazioni di varia natura; tra queste vi sono le emissioni annuali delle province costituenti il dominio, i dati per la classificazione dei VOC, i parametri per l'operazione di speciazione ed per l'aggregazione dei composti organici, predisposti in symbiosi con il processore chimico, come descritto nel paragrafo § 2.2.

La *lettura dei parametri di input* costituisce la fase di acquisizione delle informazioni necessarie per la configurazione del modello. Infatti, il modello è concepito in modo tale da proporre diversi parametri funzionali; la combinazione dei valori assunti da questi parametri consente di personalizzare l'impiego e gli output prodotti da POEM, in base a specifiche esigenze.

L'utente tramite un “file di comando” può impostare alcuni parametri, relativi a:

- a) modalità di funzionamento;
- b) risoluzione temporale dei campi emissivi;
- c) categorie SNAP90 considerate;
- d) porzione di dominio analizzato;
- e) emissioni di origine biogenica;
- f) struttura output.

Le diverse opzioni sono indipendenti le une dalle altre; la loro combinazione offre così un'ampia gamma di modalità esecutive possibili.

- a) Le modalità di funzionamento tra cui è possibile optare sono l'*inventario* e gli *scenari alternativi*.
- b) Le modalità temporali possibili sono tre: valore annuo, valore orario e di periodo, ovvero un numero di giorni assegnato (come illustrato in § 2.1).
- c) L'azione di caratterizzazione dei parametri esecutivi si concretizza, inoltre, nella scelta dei comparti CORINAIR da includere nella procedura di disaggregazione. L'unità elementare dell'inventario è la categoria SNAP90; perciò, la scelta di settori o macrosettori avviene considerando le categorie CORINAIR che li compongono.
- d) Si possono selezionare aree del dominio di indagine attraverso la classificazione ISTAT dei comuni.
- e) Le emissioni di origine biogenica sono stimate direttamente sulla griglia spaziale, in modo indipendente dalla metodologia prevista per le categorie SNAP90 (§ 2.2.3).
- f) Numerose sono le opzioni inerenti la struttura degli output prodotti da POEM. Il formato di più ampio utilizzo è rappresentato dai dati relativi agli inquinanti dell'inventario forniti su base comunale oppure su griglia.

Il trasferimento su griglia delle emissioni avviene considerando quale sia la porzione di territorio comunale che compete ad ogni cella del grigliato. Inoltre, poiché l'operazione di aggregazione dei composti organici viene svolta direttamente sulla griglia, questo formato prevede anche le emissioni delle specie chimiche aggregate.

POEMprevede un formato per gli output funzionale al modello fotochimico impiegato per la simulazione modellistica. Le emissioni stimate sono poste su griglia e le specie chimiche sono congruenti alle specifiche del modulo chimico; la peculiarità di questa struttura è rappresentata dal fatto che l'output non è più codificato in ASCII ma si impiega una “codifica binaria”. Sia per l'*Inventario* sia per gli *Scenari Alternativi*, gli output del modello sono tutte le possibili combinazioni delle tre fasi (disaggregazione spaziale, modulazione temporale e speciazione dei VOC). In particolare, la disaggregazione spaziale e la ripartizione dei VOC interagiscono con la modulazione temporale, attraverso le diverse unità temporali, dando origine a diversi “percorsi”, come illustato in figura 2.5.

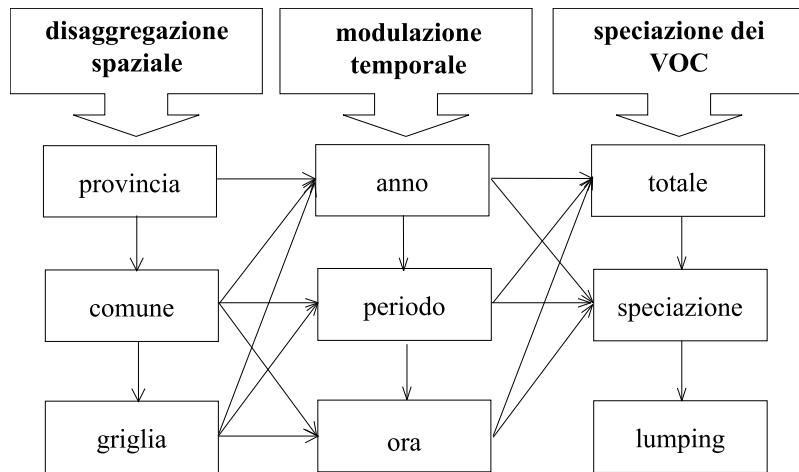


Figura 2.5 I possibili output del modello POEM

2.3.3 Nucleo del modello

Il modello delle emissioni elabora i dati, in base ai parametri di funzionamento acquisiti in fase di inizializzazione.

La metodologia di POEM è implementata con moduli elementari, che sviluppano le equazioni dell'algoritmo (formalizzate in § 2.2). Tali moduli devono essere applicati ad un'unità temporale e spaziale elementare. Pertanto, si procede ad un'operazione di frazionamento delle grandezze temporali e spaziali che intervengono nell'algoritmo, riducendone così la complessità; per la dimensione spaziale, ad esempio, si passa dall'intero dominio alla provincia e da questa al comune. Ad ognuna di queste unità elementari è possibile applicare, iterativamente, gli stessi moduli funzionali.

I moduli fondamentali, che implementano l'algoritmo, sono: il modulo per il calcolo della matrice di disaggregazione spaziale, il modulo per il calcolo del coefficiente di normalizzazione, il modulo per la disaggregazione, il modulo per la ripartizione dei VOC ed, infine, il modulo per l'operazione di aggregazione dei VOC.

La *fase A* è la fase di acquisizione dei dati di input; la *fase B* costituisce il nucleo del modello, all'interno del quale si distinguono il ciclo sulle variabili temporali ed i cicli sulle variabili spaziali. All'interno dei cicli, si evidenzia la catena di elaborazione implementata con i moduli funzionali.

fase A inizializzazione e acquisizione dei dati di input;

fase B per $t = 1, t_{fine}$ [ciclo temporale]

step B1 per $cat = cat_{in}, cat_{fine}$ [ciclo sulle categorie]

- i. calcolo matrice di spazializzazione;
- ii. calcolo coefficiente di normalizzazione temporale;
- iii. calcolo coefficiente temporale;
- iv. per $p = prov_{inizio}, prov_{fine}$ [ciclo sulle province]
 - calcolo coefficiente di normalizzazione Γ ;
 - per $c = 1, com_{prov}$ [ciclo sui comuni]
 - disaggregazione spazio temporale;
 - speciazione dei VOC;
- v. predisposizione input modulo chimico;

step B2 calcolo emissioni biogeniche (Natura);

step B3 calcolo emissioni su griglia;

step B4 lumping dei composti organici.

fase C predisposizione file di input per il modello fotochimico.

In figura 2.6 è riportato il diagramma di flusso di POEM, nel quale sono evidenziati i moduli fondamentali dell'algoritmo¹.

Per ogni categoria SNAP90 il modello POEM legge le informazioni riportate dalle *matrici di indirizzamento*. Si hanno diverse matrici di indirizzamento: vi sono tre matrici per lo spazio (matrice di distribuzione spaziale, matrice di ripartizione e matrice di riduzione), una per il tempo ed una per le informazioni di speciazione. Queste matrici sono predisposte dal preprocessore di POEM e riportano per ogni categoria CORINAIR la relativa distinzione in sottocategorie ed il nome del vettore spaziale, del profilo temporale e del profilo di speciazione corrispondente all'attività inquinante.

Quindi, si costruisce la matrice di disaggregazione spaziale componendo i vettori, che sono generati dal preprocessore, sulla base delle informazioni contenute in queste matrici (B1.i). Impiegando i profili di modulazione temporale, indicati dalla matrice di indirizzamento, si calcola il coefficiente di normalizzazione temporale (B1.ii) ed il coefficiente temporale (B1.iii). Nello stesso livello si determina il fattore emissivo di normalizzazione (B1.iv) Per ogni provincia del dominio, si calcola il coefficiente di normalizzazione γ , come descritto nell'equazione 2.2 (B1.v). Per ogni comune della provincia si opera la disaggregazione spazio temporale e quindi la speciazione dei composti organici volatili. Le emissioni di origine biogenica sono stimate direttamente sulla griglia; sempre sulla griglia si svolge l'operazione di aggregazione dei VOC, conformemente ai parametri predisposti dal modulo chimico.

2.3.4 Il processore prePOEM

Gli input del modello sono costituiti dai dati elaborati da un *preprocessore*, implementato ad hoc per rispondere alle esigenze di POEM.

Il compito del modulo di preprocessing consiste, fondamentalmente, nella predisposizione dei dati impiegati nella procedura di disaggregazione. Le tipologie di strutture dati prodotte sono di due: i *vettori di coefficienti* e le *matrici di indirizzamento*. Poiché diverse categorie SNAP sono caratterizzate da fattori inquinanti identici, e quindi da coefficienti uguali, è opportuno organizzare i dati di modulazione territoriale in forma vettoriale, in modo da poter facilmente comporre matrici di coefficienti e, al contempo, ridurre l'occupazione delle risorse a disposizione, soprattutto in termini di tempi di elaborazione.

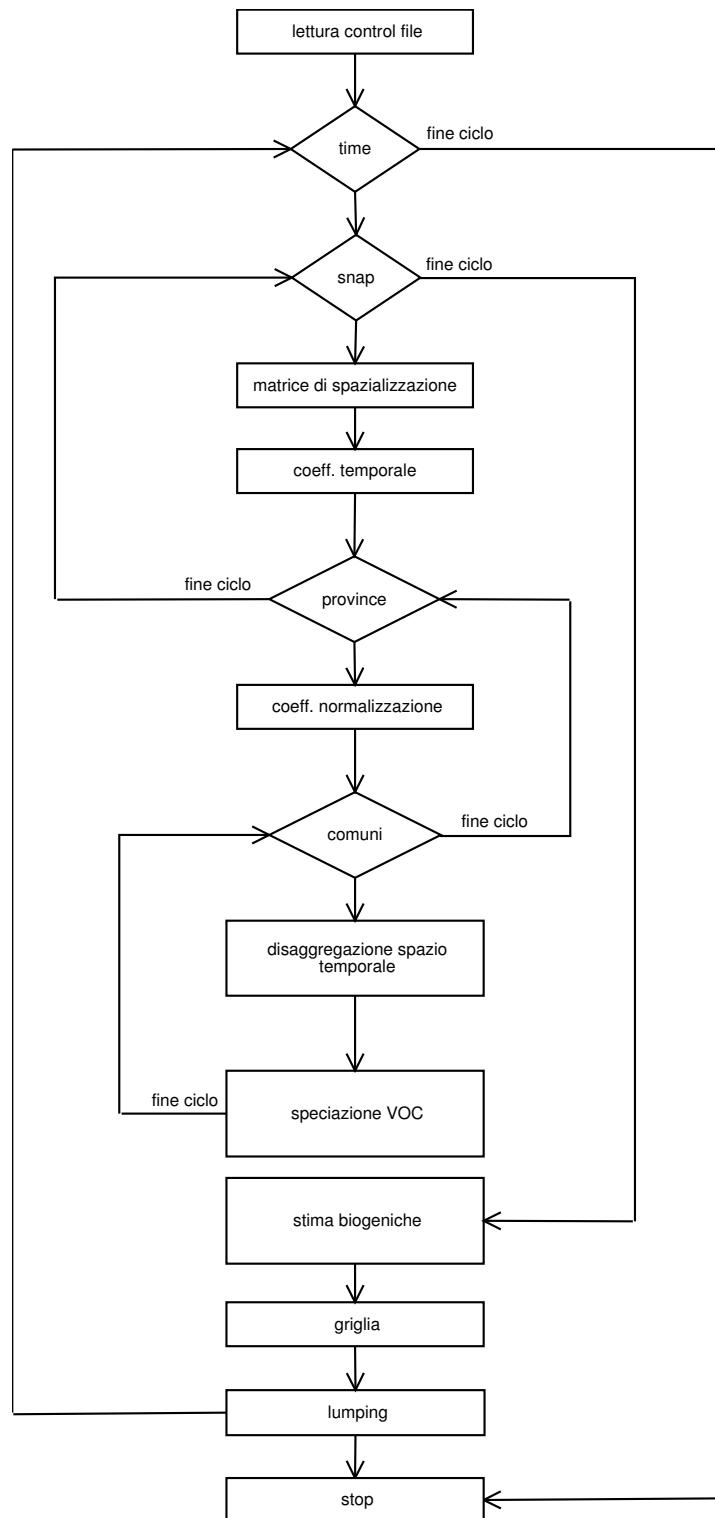
La procedura di disaggregazione è fondata sull'impiego di due coefficienti: il coefficiente di distribuzione spaziale e quello di ripartizione. La determinazione del coefficiente di distribuzione spaziale è legata alla variabile surrogato, che caratterizza l'attività inquinante; il coefficiente è quindi ricavato estrapolando i dati inerenti il "surrogato" da database di diversa provenienza. Le informazioni di distribuzione spaziale sono organizzate in strutture vettoriali dove, per ogni comune appartenente al dominio, è riportato il valore dell'indicatore, nella sua forma originaria. Quindi, ad ogni attività inquinante è associato il corrispondente vettore di distribuzione spaziale.

La metodologia è applicata ad ogni singola categoria dell'inventario CORINAIR; di conseguenza, il punto di partenza per il lavoro del preprocessore è la *tabella di corrispondenza* tra la categoria CORINAIR e diversi fattori ad essa associati, insieme alle rispettive informazioni di spazializzazione, di ripartizione, di modulazione temporale, e di eventuale splitting dei VOC.

Attingendo alle informazioni contenute nella tabella di corrispondenza, il preprocessore prepara le *matrici di indirizzamento*; si hanno quattro matrici di indirizzamento; per la fase di disaggregazione spaziale vengono prodotte le matrici di indirizzamento spaziale (*spazio.dat*) e di ripartizione (*ripart.dat*); per la fase di modulazione temporale si produce la sola matrice di indirizzamento temporale (*tempo.dat*), così come per

¹Con "Emissioni su griglia" si intende il calcolo delle emissioni biogeniche sulla griglia ed l'operazione di distribuzione su griglia per le emissioni disaggregate.

la speciazione dei VOC (*spec.dat*). Le matrici di indirizzamento sono così organizzate: per ogni categoria SNAP90 si riporta la suddivisione in attività inquinanti, per ognuna delle quali si fornisce l'indicatore del vettore, che il modello delle emissioni elaborerà nella fase di calcolo.

**Figura 2.6** Flow chart di POEM

Bibliografia

- [1] Finzi G., Pirovano G., Volta M. *Gestione della qualità dell'aria. Modelli di simulazione e previsione.* McGraw-Hill, 2001. 1
- [2] Sturm P.J., Winiwater W., ApSimon H., Blank P., Friedrich R., Bohler T., Lopes M., Borrego C., Mensik C., Volta M., Finzi G., Moussiopoulos N. Harmonised method for the compilation of urban emission inventories for urban air modelling. Technical report, SATURN-GENEMIS II, 1998. 1.1
- [3] Friedrich R. Generation of European Emission Data for Episodes. In *Tropospheric Modelling and Emission Estimation*, pages 180–214. Springer, 1997. 1.1
- [4] Cirillo M., De Lauretis R., Del Ciello R. Review Study on European Urban Emissions Inventories - Topic Report 30/96 ETC/AE. Technical report, EEA (European Environment Agency), 1996. 1.2.1
- [5] US EPA (United States Environmental Protection Agency). Handbook for Criteria for Pollutant Inventory Development: A Beginner's Guide for Point and Area Sources. Technical report, US EPA, 1990. 1.2.1
- [6] Fontelle J. Chang J. Recommendations fo Revised Data System for Air Emission Inventories - Topic Report 12/96 ETC/AE. Technical report, EEA (European Environment Agency), 1996. 1.2.1, 1.2.3
- [7] EEA. Atmospheric emission inventory guidebook (first edition). Technical report, EEA (European Environment Agency), 1996. 1.2.3
- [8] Volta M. Finzi G. Evaluation of EU Road Traffic Emission Abatement Strategies in Northern Italy by a Photochemical Modelling System. *Eurotrac Newsletter*, (21), 1999. 2
- [9] Finzi G., Silibello C., Volta M. Evaluation of urban pollution abatement strategies by a photochemical dispersion model. *International Journal of Environment and Pollution*, 14:1–6, 2000. 2
- [10] Carizi G., Gariazzo C., Polla Mattiot F., Volta M. UAM-V/CALGRID nesting approach to an ozone episode in Milan metropolitan area. In *Proc. 7th International Conference on Harmonisation within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes*, pages 360–364, 2001. 2
- [11] Gabusi V. Un modello per la stima delle emissioni finalizzato alla valutazione di scenari di inquinamento fotochimico in Lombardia. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Brescia, 1998. 2.1
- [12] Catenacci G., Riva M., Volta M., Finzi G. A Model for Emission Scenario Processing in Northern Italy. In Witpress, editor, *proc. EUROTAC SYMP'98*, pages 720–724, Southampton, 1999. 2.1
- [13] EEA. EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (Second edcdition). Technical report, EEA (European Environment Agency), 1999. 2.2.3
- [14] Simpson D., Guenther A., Hewitt C.N., Steinbrecher R. Biogenic emission in Europe: Estimates and uncertainties. *Journal of Geophysical Research*, 100(D11):22875–22890, 1995. 2.2.3, 2.2.3
- [15] Simpson D. Biogenic emission in Europe: Implication for ozone control strategies. *Journal of Geophysical Research*, 100(D11):22891–22906, 1995. 2.2.3
- [16] Guenther A.B., Zimmerman P.R., Harley P.C., Monson R.K., Fall R. Isoprene and monoterpenes rate variability: model evaluations and sensitivity analyses. *Journal of Geophysical Research*, 98(D7):12609–12617, 1993. 2.2.3, 2.2.3
- [17] Guenther A.B., Hewitt C.N., Erickson D., Fall R., Geron C., Graedel T., Harley P.C., Klinger L., Lerdau M., McKay W.A., Pierce T., Scholes R., Steinbrecher R., Tallamraju R., Taylor J., Zimmerman P.R. A global model of natural volatile organic compound emissions. *Journal of Geophysical Research*, 98:8873–8892, 1995. 2.2.3
- [18] Ahlvik P., Eggleston S., Goriben N., Hassel D., Hickman A.J., Jourard R., Ntziachristos L., Rijkeboer R., Samaras Z., Zieroc K.H. Copert III, Computer Programme to Calculate Emissione from Road Transport. Technical report, EEA, 1997. 2

- [19] Carter W.P.L. A detailed mechanism for the gas-phase atmospheric reactions of organic compounds. *Atmospheric Environment*, 24A:481–518, 1990. [2.2.5](#)
- [20] Carter W.P.L. Documentation for the SAPRC atmospheric photochemical mechanism preparation and emissions processing programs for implementation in airshed models. Technical report, California Air Resources Board, 1988. [2.2.5](#)
- [21] Kumar N., Lurmann F.W., Carter W.P.L. Development of the Flexible Chemical Mechanism Version of the Urban Airshed Model. Technical report, California Air Resources Board, 1995. [2.2.5](#)
- [22] Yamartino R.J., Scire J.S., Carmichael G.R, Chang Y.S. The CALGRID Mesoscale Photochemical Grid Model - I. Model Formulation. *Atmospheric Environment*, 26A(8):1493–1512, 1992. [2.2.6](#)

A

Il modello delle emissioni: il codice

Il codice di POEM è suddiviso in diversi moduli, ciascuno dei quali implementa una parte della metodologia proposta. Di seguito vengono riportate le subroutine più importanti, con una breve spiegazione dei parametri e delle variabili globali utilizzati nonché delle funzionalità che implementano.

Alcune cotanti di carattere generale sono riportate in `/src/include/gp.ic` e devono essere opportunamente riconfigurate ognivolta si intervenga o sul dominio o sull'inventario delle emissioni.

L'interazione tra il modello e l'utente è gestita attraverso un file di comando, `Poem.inp`, il quale consente all'utente di configurare diverse modalità di funzionamento, selezionando opportunamente alcuni parametri, il cui significato è illustrato di seguito.

```
=====
! Starting parameter
! 0: prepare files to be read by PREPEMIT Preprocessor
! 1: prepare CALGRID binary file
=====
1 ! Starting parameter
!
```

Quando si seleziona l'opzione *0*, il modello POEM provvede alla predisposizione del file necessario al processore PREPEMIT, `foo.emi` ed all'esecuzione dello stesso al fine di produrre i file necessari all'aggregazione chimica. In particolare PREPEMIT produce il file `foo.sar` contenente i pesi per il lumping ed il file `foo.rxp`, necessario al modello CALGRID.

Quando invece il parametro è configurato a *1*, è possibile produrre sia il file in formato binario per il modello fotochimico sia produrre uno degli altri input di POEM. Per questa operazione è indispensabile aver già prodotto il file di aggregazione.

```
=====
! Time step
=====
! 0: year
! 1: hours
! 2: period ! test use (no binary)
=====
1 ! time step
!
```

La scelta dell'unità temporale avviene conformemente a quanto detto in [2.1](#).

```
=====
! CORINAIR only (no binary file)
=====
! 0: voc splitting and lumping
! 1: no lumping
```

```
=====
0 ! CORINAIR
!
```

E' anche possibile stimare campi di concentrazione senza l'operazione di speciazione e di aggregazione, mantenendo la suddivisione in inquinanti CORINAIR; in questo caso l'output è di tipo testuale.

```
=====
! General run control parameters
=====
1 ! CORINAIR emission
1 ! biogenic emission
1 ! other emission (external domain)
1 ! prepare AREM.DAT
0 ! prepare ASCII grid file
!
!
=====
! Snap selection
=====
1 247 ! interval selected
!
!
=====
! Nuts level III selection
=====
input/prov.txt ! ASCII file
!
=====
! Input files
=====
input/address/CodCom.dat ! istat code
input/emissioni96 ! CORINAIR emission data
input/address/spazio.dat ! space indicators
input/address/ripa96.dat ! ripartition indicators
input/address/ptempo.dat ! time profile
input/address/speci.dat ! voc profile
input/address/ridch4.dat ! ch4 reduction
input/address/riduco.dat ! co reduction
input/address/ridco2.dat ! co2 reduction
input/address/ridcov.dat ! cov reduction
input/address/ridn2o.dat ! n2o reduction
input/address/ridnh3.dat ! nh3 reduction
input/address/ridnox.dat ! nox reduction
input/address/ridso2.dat ! so2 reduction
!
!
!
!
=====
! Output files
=====
output/daynabin-lumped ! Output files
!
```

```

!
!
!
!=====
! Time parameters
! for PREPEMIT      !
! 1 6 1996      ! simulation starting date
! 15 6 1996      ! simulation stop date
! for CALGRID      !
! 5 6 1996      ! simulation starting date
! 7 6 1996      ! simulation stop date
!=====
1 6 1996      ! simulation starting date + week day (1=monday)
1 6 1996      ! stop
!
!
!
!=====
! Simulation domain and grid system
!-----
input/griglia/celle.dat ! grid data
60 ! nx
58 ! ny
11                      ! nz
457. ! xorig
4943. ! yorig
4. ! delx
4. ! dely
32 ! UTM zone
!
!=====
! PREPEMIT
!=====
lpcf1= input/prepemit/cond-poem.lpc
sarfil= input/prepemit/saroad2.prm
emifil= output/test.emi
rxf1= output/test.rxp
cmpfil= output/test.cmp
sar1mp= output/test.sar
!
!=====
!=====

```

A.1 Fase preliminare

Le operazioni svolte in questa fase, comune a tutte le modalità di funzionamento del modello POEM, sono:

- 1 lettura file di input;
- 2 apertura file dati;
- 3 inizializzazione matrici di uscita.

Di seguito vengono riportate le subroutine più importanti di questo modulo con una breve spiegazione dei parametri e delle variabili globali utilizzati nonché delle funzionalità che implementano.

Read_ini_file_poem

Input –

Output

- flag per la modalità di funzionamento.
- iniziocat, finecat: categoria SNAP iniziale e finale.
- flagprov: selezione delle province di cui si stimano le emissioni, contenute nel file `input/prov.txt`.
- nome del file da salvare.
- inizializzazione di alcune matrici di dati:
 - $spaziодat_{ncat,nfatt}$ indicatori di spazializzazione;
 - $ripartiz_{ncat,nfatt}$ indicatori di ripartizione;
 - $riduz_{ncat,nfatt,ning}$ indicatori di riduzione;
 - $profilo_{ncat,nfatt}$ profili temporali;
 - $specdat_{ncat,nfatt}$ profili di speciazione;
- parametri del periodo di simulazione:
- file per Prepemit

Init_grid

Input –

Output

- $celle_{com,part}$: matrice che contiene per ciascun comune le celle che coprono una parte della superficie comunale (com=numero comuni del dominio, part=massimo numero di celle in cui è suddiviso il territorio comunale).
- $percelle_{com,part}$: matrice che contiene per ciascun comune la percentuale di territorio che compete alla cella del grigliato specificata in $celle_{com,part}$.
- $OUT_{ning,nfatt}$: matrice delle emissioni provinciali disaggregate a livello comunale per ciascun inquinante e fattore.
- $grid_{ncell,(nspec+maxsar)}$: matrice delle emissioni, disaggregate su griglia.

Questa funzione si occupa dell'inizializzazione della matrice d'uscita che conterrà le emissioni disaggregate a livello comunale e dell'inizializzazione della griglia.

Init_lump

Input –

Output

- $Idsar_{maxsar}$: indice SAROAD.

La procedura si occupa dell'inizializzazione dei dati necessari all'operazione di *lumping*.

Leggi_emi

Input –

Output

- $EMI_{ncat,ninq,nprovi}$ matrice delle emissioni dell'inventario CORINAIR, suddivise per provincia.

Lettura delle emissioni provinciali.

A.2 Ciclo sul periodo di simulazione

Prima di dare inizio al ciclo temporale si stabilisce l'indice del ciclo sulla base dei parametri acquisiti nella fase preliminare.

- Se $flag_{tmp} = 0$ allora modalità temporale annuale, ovvero il ciclo è eseguito una sola volta;
- Se $flag_{tmp} = 1$ allora modalità temporale oraria e il ciclo è eseguito 24 volte per ogni giorno di simulazione previsto.

Il ciclo sul periodo prevede:

- 1 Stima emissioni per ogni SNAP;
- 2 Stima emissioni biogeniche;
- 3 Stima emissioni estere;
- 4 Calcolo delle emissioni su griglia;
- 5 Lumping dei composti organici;
- 6 Predisposizione file per modello fotochimico;

A.2.1 Ciclo sulle categorie

Il ciclo, interno a quello temporale, viene eseguito solo nel caso in cui $flag_{cat} = 1$. Per ciascuna categoria da considerare è necessario:

- 1 Calcolare la matrice dei coefficienti per la disaggregazione spaziale;
- 2 Calcolare la matrice dei coefficienti temporali;
- 3 Calcolare i coefficienti orari;
- 4 Ciclo sulle province del dominio.

Crea_spazio

Input

- Categoria attuale;
- profili di spazializzazione;
- profili di ripartizione;
- profili di riduzione;

Output

- matrice dei coefficienti spaziali per ciascun comune e fattore $S_{com,fatt}$
- matrice dei coefficienti di ripartizione per comune e fattore $R_{com,fatt}$
- matrice tridimensionale dei coefficienti di riduzione per comune, fattore e inquinante $A_{com,fatt,i}$
- matrice di spazializzazione per comune e fattore $SPA_{com,fatt}$

Funzioni chiamate

- **apri-file-spazio**
- **prodotto**

Le matrici vengono create sulla base delle indicazioni contenute nelle matrici di indirizzamento. Infatti per ciascuna categoria e fattore è indicato un diverso profilo che corrisponde ad un file nel quale sono contenuti i relativi coefficienti per ciascun comune. Alla fine le matrici conterranno tali coefficienti per ciascun comune, fattore, inquinante.

Coeff_Temp

Input

- categoria attuale;
- vettore degli indirizzi $pt_{43,fatt}$ dove $43 = 12 + 7 + 24$

Output

- vettore con coefficienti temporali per ciascun fattore $tempo_{nfatt}$

La funzione si occupa del calcolo dei coefficienti temporali utilizzati per la modulazione temporale.

Coeff_Orario Il seguente modulo genera i coefficienti di normalizzazione temporale e la matrice con i coefficienti orari.

Input

- profili temporali.

Output

- coefficienti di normalizzazione temporale per categoria e fattore;
- matrice con i coefficienti orari ORA_{fatt} .

A.2.2 Ciclo sulle province

Il ciclo, interno a quello sulle categorie, viene eseguito per ciascuna provincia selezionata del dominio, sulla base dei flag indicati nel file `input/prov.txt`. Il ciclo comprende:

- 1 Calcolo del coefficiente di normalizzazione Γ ;
- 2 Ciclo sui comuni.

Calcola-coeff

Input

- provincia corrente;
- matrice di spazializzazione $SPA_{com,fatt}$;
- vettore con coefficienti temporali $tempo_fatt$.

Output

- coefficiente di normalizzazione Γ secondo la formalizzazione proposta dal modello.

A.2.3 Ciclo sui comuni

Il ciclo comprende:

- 1 Disaggregazione spazio-temporale delle emissioni a livello dei comuni;
- 2 Speciazione dei VOC.

Disagggrega

Input

- provincia corrente;
- matrice di spazializzazione $SPA_{com,fatt}$
- matrice coefficienti temporali $tempo_{fatt}$
- coefficiente di normalizzazione Γ
- categoria corrente;
- matrice delle emissioni provinciali
- matrice con coefficienti orari ORA_{fatt}
- comune corrente;
- matrice di riduzione $A_{com,fatt,i}$

Output

- $OUT_{i,fatt}$ matrice con dati disaggregati annuali nel caso di modalità annuale, oppure matrice con dati disaggregati su base oraria secondo la formalizzazione del modello.

Speciavoc

Input

- provincia corrente;
- coefficiente di normalizzazione Γ
- categoria corrente;
- comune corrente;
- indice del gruppo di categorie;
- matrice $OUT_{i,fatt}$

Output

- Matrice emissioni disaggregate per comune, per ciascuna specie $comuni_{com,maxsar+nspec}$.

A.3 Emissioni biogeniche

Questo modulo, eseguito solo se $flag_{nat} = 1$, si occupa della stima delle emissioni biogeniche e della loro distribuzione su una griglia. Tali emissioni vengono poi aggiunte a quelle di origine antropogenica e, eventualmente, a quelle della Svizzera.

Emi_Natura

Input

- Indice (intero): specifica il ciclo di esecuzione del POEM che si sta eseguendo

Output –

Variabili Globali

- Iyear, Imonth, Iday, Ihour (interi): indicano il giorno e l'ora di simulazione.
- Lat, Long, Timezon (reali): indicano la latitudine, la longitudine e il fuso di appartenenza del dominio considerato.
- Flag_tmp: indica se il modulo deve funzionare in modalità annuale (=0) o oraria (=1).
- Init: indica se il modulo deve funzionare in modalità di Prepemit (=0) cioè creare un file di input per la fase di Prepemit, oppure in fase di funzionamento regolare.

Questa subroutine si preoccupa di fornire un'interfaccia tra i moduli POEM chiamanti e le altre subroutine del modulo che permettono il calcolo delle emissioni. Oltre a definire la modalità di funzionamento attraverso le variabili globali Flag_tmp e Init si preoccupa anche del calcolo dei giorni giuliani e delle ore di inizio e di fine della simulazione.

Nat

Input

- Igs, Igend, Nhs, Nhe (interi): specificano gli estremi della simulazione corrente (giorni juliani e ore di di inizio e fine);
- Fa (reale): fattore di conversione per le emissioni;
- Fa1 (reale): fattore di conversione per Prepemit; serve per trasformare le emissioni da ton/periodo a kg/periodo.

*Output**Variabili Globali*

- Grigianat (matrice 3480×44 , reale): contiene i valori delle emissioni suddivise per cella e per inquinante.
- Init (intero): se è uguale a zero significa che devo aggiornare il file di input per il prepemit.

E' il cuore del modulo, in quanto si preoccupa di lanciare le subroutine che permettono il calcolo delle emissioni orarie complessive per il periodo, nonché di effettuare la speciazione per le emissioni calcolate all'esterno della Lombardia (quelle interne vengono restituite dall'apposita subroutine già speciate) e di mettere insieme nella variabile grigianat (che viene esportata all'esterno in quanto globale) le emissioni della Lombardia e del resto del dominio.

Solbio*Input* –*Output*

- Par (reale): Radiazione solare.
- Total (reale): Radiazione solare totale.

Variabili globali

- Pres (reale): pressione (default = 980 mb).
- Iyear, Iday, Imonth, Ihour (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- Lat, Long, Timzon (reali): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Cldcvr (reale): frazione indicante la copertura del cielo.

Calcola la radiazione solare di cui le subroutine per il calcolo delle emissioni biogeniche necessitano.

Solelv*Input*

- Imo, Iday, Iyr, Ihr (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- Alat, Along, Tzone (reale): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Elev (reale): altezza del suolo rispetto al livello del mare.

Output

- Angle (reale): angolo che il sole forma con l'orizzonte; se è maggiore di 0 è giorno, altrimenti è notte (sole sotto l'orizzonte).
- Jday: giorno giuliano relativo ai dati di input.

Calcola l'angolo che il sole forma sopra o sotto la linea dell'orizzonte, necessario per il calcolo della radiazione solare.

Er (funzione)

Input

- Ip (intero): indice dell'inquinante che si sta considerando.
- T: temperatura dell'ora di cui si stanno calcolando le emissioni.
- PAR: flusso della radiazione solare calcolato nell'ora di cui si stanno calcolando le emissioni.

Output –

Calcola il coefficiente di correzione che esprime la dipendenza delle emissioni dalla temperatura e dalla radiazione solare.

Julian

Input

- Year, Month, Day (interi): specificano la data del giorno di simulazione che si sta considerando.

Output

- Jul: giorno giuliano relativo alla data passata in input

Calcola il giorno giuliano relativo alla data specificata in input, tenendo conto anche degli anni bisestili. Il giorno giuliano è il numero (progressivo) del giorno dell'anno che si sta considerando (es. 2 febbraio = giorno giuliano 35).

Interpola

Input

- I0, T0, I1, T1: coordinate dei punti grazie ai quali verranno calcolati i coefficienti di interpolazione

Output

- Rq, Rm: coefficienti della retta che collega i due punti dati in input

Effettua semplicemente il calcolo del coefficiente angolare e del termine noto della retta passante per due punti, al fine di eseguire una semplice interpolazione nella subroutine chiamante.

Classe_Altimetrica (funzione)

Input

- Altezza: altezza della cella di cui si vuole determinare la classe di appartenenza.

altezza	classe altimetrica
< 500	1
>500 e <1200	2
>1200	3

Tabella A.1 Tabella per la determinazione della classe altimetrica*Output* –

Determina la classe altimetrica di appartenenza della cella considerata valutandone l’altezza sul livello del mare in base alla tabella seguente:

Mapping_NO (funzione)*Input*

- Classe_lomb: Classe di uso del suolo secondo l’inventario Lombardia.

Output –

Effettua il mapping tra le classi di uso del suolo secondo l’inventario della Lombardia e le classi utilizzate in seguito per il calcolo delle emissioni di NO.

Map_NM VOC (funzione)*Input*

- Lcl (intero): classe di uso del suolo secondo l’inventario Lombardia, che è l’input principale dell’intero programma.

Output –

Effettua il mapping tra le classi di uso del suolo secondo l’inventario Lombardia e le classi di land-use del CORINAIR.

Emi_isoprene, emi_ovoc*Input*

- Icl (intero): classe di uso del suolo dell’inventario Lombardia.
- Nhs, Nhe (intero): ore di inizio e di fine della simulazione.
- Tv (vettore 24, intero): contiene i valori della temperatura per le 24 ore del giorno considerato.
- Nclassi (intero): numero delle classi di uso del suolo utilizzate tra le 17 dell’inventario Lombardia (costante=7).
- Nvoc: numero di VOC prima della speciazione.
- Efvoc (matrice nvoc×nclassi-4): fattori di emissione i VOC prima della speciazione.
- Fb (vettore nvoc-3): fattori di biomassa per le classi di uso del suolo previste dall’inventario Lombardia.

Output

- Emvoc (matrice 24×nvoc): contiene le emissioni orarie di isoprene e degli altri voc, per tutte le ore del giorno juliano considerato.

Variabili globali

- Iyear, Iday, Imonth, Ihour (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- Lat, Long, Timzon (reali): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Cldcvr (reale): frazione indicante la copertura del cielo.

Queste due subroutine effettuano il calcolo delle emissioni orarie (per unità di area) dell'isoprene e degli altri VOC considerati dal programma, senza effettuare la speciazione (effettuata dalla subroutine NAT). Per l'isoprene queste emissioni dipendono dalla radiazione solare, quindi sarà necessario effettuarne il calcolo attraverso la subroutine solbio che non viene invece utilizzata per il calcolo delle emissioni dei restanti inquinanti.

Emi_ch4*Input*

- Icl (intero): classe di uso del suolo dell'inventario Lombardia che si sta considerando.
- Area (reale): area di cui si stanno calcolando le emissioni.
- Efch4 (vettore nclassi-3): fattori di emissione delle varie classi di uso considerate tra quelle dell'inventario Lombardia.
- Nclassi (intero): numero di land-use utilizzate.

Output

- Emch4 (reale): emissioni orarie di CH₄

Calcola le emissioni orarie di CH₄ dell'area stabilita (l'area dipende dalla classe dell'inventario Lombardia e dalla zona altimetrica); il calcolo viene effettuata una sola volta perché queste emissioni non dipendono né dalla temperatura, né dalla radiazione solare. Nella subroutine natura il valore calcolato in questa procedura viene ripartito sulle 24 ore di simulazione della giornata che stiamo considerando.

Emi_no*Input*

- Jul: giorno juliano di simulazione.
- Icl (intero): classe di uso del suolo dell'inventario Lombardia che si sta considerando.
- Area (reale): area di cui si stanno calcolando le emissioni.
- Efno (vettore 4): fattori di emissione delle varie classi utilizzate per il calcolo dell'NO. Queste classi sono considerevolmente diverse dalle classi del CORINAIR.
- Cvno (reale): fattore di conversione per rendere le emissioni di NO della stessa dimensione delle altre calcolate precedentemente.

Output

- Emno (reale): emissioni orarie di CH₄.

Il funzionamento è simile alla subroutine precedente se non fosse che in questo caso la scelta dei diversi fattori di emissione viene fatta non solo in base alla classe di uso del suolo, ma anche in base al giorno juliano di simulazione

Natura_init*Input*

- Numprov (intero): numero delle zone altimetriche considerate (costante=3).
- Nclassi (intero): numero di land-use utilizzate.
- Ncel (intero): numero di celle del dominio (costante=3480).
- Ngrid (intero): numero (sovradimensionato) di celle del dominio; mantenuto per robustezza.

Output

- Perc (matrice ngrid×nclassi, reale): contiene l'area delle varie celle suddivisa per classe di land-use (solo per le celle esterne alla regione Lombardia).
- Pt1 (matrice numprov,nclassi, reale): area delle classi altimetriche suddivise per classe di land-use (solo per le celle esterne alla regione Lombardia).
- Perc_t (matrice ngrid×nclassi, reale): contiene l'area delle varie celle suddivisa per classe di land-use. In questo caso il contenuto riguarda l'intero dominio considerato, in quanto questi dati verranno utilizzati per il calcolo di NO e CH4 (che viene effettuato ancora con il vecchio metodo).
- Pt1_t (matrice numprov,nclassi, reale): area delle classi altimetriche suddivise per classe di land-use. In questo caso il contenuto riguarda l'intero dominio considerato, in quanto questi dati verranno utilizzati per il calcolo di NO e CH4 (che viene effettuato ancora con il vecchio metodo).
- Ele1 (vettore ngrid, reale): contiene l'altezza sul livello del mare delle varie celle del dominio.
- Tmax, Tmin (vettori 12, reale): contengono rispettivamente i valori delle temperature massime e minime dei vari mesi che vengono calcolati per interpolazione partendo dai valori medi stagionali.

Variabili globali

- Iyear, Iday, Imonth,Ihour (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- Lat, Long, Timzon (reali): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Cldcvr (reale): frazione indicante la copertura del cielo.

Effettua tutte le operazioni di inizializzazione necessarie per il successivo calcolo delle emissioni, calcolando le aree che saranno oggetto del calcolo (suddivise per classe altimetrica e di land-use), nonché i vettori di temperatura massima e minima mensile, che verranno poi utilizzati per il calcolo delle temperature giornaliere.

Natura*Input*

- Igs, Igend, Nhs, Nhe (interi): giorni juliani e ore di inizio e di fine della simulazione.
- Pt1(matrice numprov,nclassi, reale): area delle classi altimetriche suddivise per classe di land-use.
- Tmax, Tmin (vettori 12, reale): contengono rispettivamente i valori delle temperature massime e minime dei vari mesi che vengono calcolati per interpolazione partendo dai valori medi stagionali.

Output

- \mathbf{Emm} (matrice $\text{numprov} \times (\text{nvoc}+2) \times \text{nclasse}$, reali): contiene le emissioni totali delle varie classi altimetriche, per ogni voc e per ogni classe di land-use; verrà utilizzato nella subroutine Nat per calcolare le emissioni dovute alle singole celle.

Variabili Globali

- $\text{Iyear}, \text{Iday}, \text{Imonth}, \text{Ihour}$ (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- $\text{Lat}, \text{Long}, \text{Timzon}$ (reali): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Cldcvr (reale): frazione indicante la copertura del cielo.

Calcola le emissioni totali, esterne alla Lombardia per i VOC e relative a tutto il dominio per NO e CH₄, suddivise per classi altimetriche, inquinante e classe di land-use. Questo valore verrà poi ripartito sulle varie celle, a seconda delle aree adibite ai vari land-use e in base alla classe altimetrica della cella.

Appartiene*Input* –*Output*

- \mathbf{App} (matrice $\text{ncelle} \times \text{tot_prov}+1$, reale): contiene la percentuale di appartenenza delle varie celle alle varie provincie della regione Lombardia. Se la cella (o una parte di essa) non si trova in Lombardia verrà aggiornata l'ultima colonna della matrice.

Legge il file “comcelle.dat” contenente i comuni di appartenenza delle celle del dominio e aggiorna la percentuale di appartenenza o meno alle provincie della regione Lombardia, in base all’indice ISTAT del comune letto.

Map_prov_int (funzione)*Input*

- Prov : indice ISTAT della provincia.

Output –

Normalizza l’indice ISTAT della provincia in modo che i valori possano essere correttamente inseriti in un vettore per successive elaborazioni.

Natura_lomb*Input*

- $\text{Igs}, \text{Igend}, \text{Nhs}, \text{Nhe}$ (interi): giorni juliani e ore di inizio e di fine della simulazione.
- Suolo (matrice $\text{tot_prov} \times \text{numprov} \times \text{nspesi_lomb}+3$, reale): contiene le aree delle varie provincie ricoperte dalle speci considerate; le aree sono suddivise anche per classe altimetrica.
- \mathbf{App} (matrice $\text{ncelle} \times \text{tot_prov}+1$, reale): contiene la percentuale di appartenenza delle varie celle alle varie provincie della regione Lombardia. Se la cella (o una parte di essa) non si trova in Lombardia verrà aggiornata l'ultima colonna della matrice.
- Tmax, Tmin (vettori 12, reale): contengono rispettivamente i valori delle temperature massime e minime dei vari mesi.

- Emi_fat (matrice $tot_prov \times nvoc_lomb \times nspeci_lomb + 3 \times numprov$, reale): contiene i fattori di emissione delle varie speci considerate per i calcolo delle emissini sulla regione Lombardia; contiene i fattori di emissione anche delle speci miste.
- Bio_fat (matrice $tot_prov \times nspeci_lomb + 3 \times numprov$, reale): contiene i fattori di biomassa delle varie speci considerate per i calcolo delle emissini sulla regione Lombardia; contiene i fattori di biomassa anche delle speci miste.
- Ele1 (vettore ngrid, reale): contiene l'altezza sul livello del mare delle varie celle del dominio.
- Vc (vettore nvoc, reale): Definisce per ogni VOC la classe di VOC a cui appartiene (Isoprene, Monoterpane, Altri VOC).
- Spec (matrice $nvoc \times nvoc_lomb \times nclassi - 4$, reale): percentuale necessaria per effettuare la speciazione dei VOC

Output

- Emt_lomb (matrice ncelle $\times nvoc$, reale): emissioni totali suddivise per cella dei VOC nella regione Lombardia.

Calcola le emissioni totali (suddivise per cella) per la Lombardia. Vengono calcolate inizialmente le emissioni totali suddivise per provincia e zona altimetrica e in seguito avviene la ripartizione sulle varie celle in base al land-use e al vettore App. Le emissioni restituite sono già speciate.

Carica_lu

Input

- App (matrice ncelle $\times tot_prov + 1$, reale): contiene la percentuale di appartenenza delle varie celle alle varie provincie della regione Lombardia. Se la cella (o una parte di essa) non si trova in Lombardia verrà aggiornata l'ultima colonna della matrice.
- Ele1 (vettore ngrid, reale): contiene l'altezza sul livello del mare delle varie celle del dominio.

Output

- Area (matrice $tot_prov \times nclassi_lomb \times numprov$, reale): contiene le aree delle varie provincie ricoperte dalle varie classi di vegetazione suddivise per zona altimetrica.
- Area_c (matrice ncelle $\times nclassi_lomb \times tot_prov$): Contiene l'area delle celle appartenente alle varie provincie, suddivisa in base alle varie classi di vegetazione
- Suolo (matrice $tot_prov \times numprov \times nspeci_lomb + 3$, reale): contiene le aree delle varie provincie ricoperte dalle speci considerate; le aree sono suddivise anche per classe altimetrica.

Carica i dati contenuti nel file land.dat nelle matrice che verranno usate per la ripartizione delle emissioni sulle varie celle (il vecchio land-use viene usato solo per questa operazione). Aggiorna inoltre la matrice suolo (che contiene le aree del territorio lombardo suddivise per specie) per tener conto dei prati, di cui non si hanno informazioni dal documento ISTAT.

Init_spec

Input –

Output

- Spec (matrice nvoc \times nvoc_lomb \times nclassi-4, reale): Percentuali necessarie per la speciazione dei VOC.
- Vc (vettore nvoc, reale): Definisce per ogni VOC la classe di VOC a cui appartiene (Isoprene, Monoterpane, Altri VOC).

Carica i dati relativi alla composizione percentuale delle 3 macroclassi di VOC (Isoprene, Monoterpane e OVOC) che ci permetterà di arrivare alla matrice rappresentante le emissioni di tutti e 42 i VOC considerati. Le percentuali (per gli OVOC) dipendono dalla classe di land-use.

Alba_max

Input –

Output

- Ihalba, Ihmax (reali): ore di alba e massima radiazione solare.
- Variabili globali.
- Iyear, Iday, Imonth, Ihour (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- Lat, Long, Timzon (reali): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Cldcvr (reale): frazione indicante la copertura del cielo.

Calcola l'ora di alba (definita come l'ora precedente a quella in cui la radiazione solare è nulla) e l'ora precedente a quella di massima radiazione solare. Le variabili globali non vengono utilizzate esplicitamente in questa subroutine, ma vengono utilizzate dalla routine Solbio richiamata.

Calcola_tv

Input

- Tmax, Tmin (vettori 12, reale): contengono rispettivamente i valori delle temperature massime e minime dei vari mesi.
- Ihalba, Ihmax (reali): ore di alba e massima radiazione solare.
- Kk: cella che si sta considerando nella simulazione.

Output

- Tv (vettore 24, reale): temperatura giornaliera per il giorno considerato.

Calcola la temperatura giornaliera presente nella cella KK utilizzando le temperature massime e minime del mese in cui si sta effettuando la simulazione.

Emi_iso_lomb, Emi_mono_lomb, Emi_OVOC_lomb

Input

- Iprov (intero): indice della provincia di cui si stanno calcolando le emissioni.
- K: Indice della specie che partecipa al calcolo delle emissioni.
- Nhs, Nhe (interi): ore di inizio e di fine della simulazione.
- Tv (vettore 24, reale): temperatura giornaliera per il giorno considerato.
- Area (reale): area della provincia Iprov ricoperta dalla specie K di cui si stanno calcolando le emissioni (dipende anche dalla zona altimetrica che si sta considerando).
- Emi_fat (matrice tot_prov×nvoc_lomb×nspeci_lomb+3×numprov, reale): contiene i fattori di emissione delle varie specie considerate per i calcolo delle emissini sulla regione Lombardia; contiene i fattori di emissione anche delle specie miste.
- Bio_fat (matrice tot_prov×nspeci_lomb+3×numprov, reale): contiene i fattori di biomassa delle varie specie considerate per i calcolo delle emissini sulla regione Lombardia; contiene i fattori di biomassa anche delle specie miste.
- Nvoc_lomb (intero): Numero delle macroclassi di VOC considerate per la regione Lombardia (3: Isoprene, Monoterpeni, OVOC).
- Ip (intero): indice della classe altimetrica che si sta considerando nel calcolo delle emissioni.
- Tot_prov (intero): numero totale delle provincie della regione Lombardia.

Output

- Envoc_lomb (matrice nvoc_lomb×24, reale): contiene le emissioni orarie, relative al giorno e alla zona altimetrica considerati, dovute alla specie k nella provincia Iprov.

Variabili globali

- Iyear, Idy, Imonth, Ihour (interi): giorno, mese, anno e ora di simulazione.
- Lat, Long, Timzon (reali): latitudine, longitudine e fuso orario di appartenenza del dominio.
- Cldcvr (reale): frazione indicante la copertura del cielo.

Queste subroutine calcolano le emissioni orarie della provincia che si sta considerando e alla classe altimetrica che si sta considerando. Sono molto simili (per questo vengono considerate in un'unica sede); l'unica differenza è che le emissioni di isoprene (calcolate in Emi_iso_lomb) queste emissioni dipendono, oltre che dalla temperatura, anche dalla radiazione solare, quindi all'interno di questa subroutine ci sarà una chiamata alla procedura Solbio (dedita al calcolo della radiazione solare).

Gamma (funzione)*Input*

- Ipol (intero): indice dell'inquinante che si sta considerando.
- T, PAR: temperatura e flusso di radiazione solare a cui si vuole calcolare il coefficiente di correzione.

Output –

Calcola il coefficiente di correzione che permette di tener conto nel calcolo delle emissioni della dipendenza a breve termine dalle variazioni di temperatura e di radiazione solare. Il calcolo viene effettuato con le formule suggerite dal CORINAIR (v. Equazioni 1-3 e 1-6).

Emi_fac_lomb

Input –

Output

- Emi_fac_lomb (matrice tot_prov×nvoc_lomb×nspeci_lomb+3×numprov, reale): contiene i fattori di emissione delle varie specie considerate nel calcolo delle emissioni all'interno della Lombardia; contiene anche i fattori di emissione delle specie miste
- Bio_fac_lomb (matrice tot_prov×nspeci_lomb+3×numprov, reale): contiene i fattori di biomassa delle varie specie considerate nel calcolo delle emissioni all'interno della Lombardia; contiene anche i fattori di biomassa delle specie miste.
- Suolo (matrice tot_prov×numprov×nspeci_lomb+3, reale): contiene le aree delle varie provincie ricoperte dalle specie considerate; le aree sono suddivise anche per classe altimetrica.

Calcola i fattori di emissione delle varie specie di vegetazione presenti sul territorio lombardo; per le specie miste si effettua una media pesata dei fattori di emissione e di biomassa delle specie presenti in una data provincia e ad una data classe altimetrica.

Classe_map (funzione)

Input

- Classe (intero).

Output –

Effettua il mapping tra le classi di land-use dell'inventario Lombardia e le classi utilizzate per il calcolo delle emissioni per la Lombardia.

Media_miste

Input –

Output

- Perc (matrice nspeci_lomb×3×tot_prov×3, reale): percentuale che indica il peso delle varie specie nella composizione dei 3 tipi di specie miste, per ogni provincia e per ogni classe altimetrica

Legge il file "miste.prn", contenente la composizione in percentuale delle specie miste e carica il suo contenuto nella matrice perc che verrà utilizzata in seguito per il calcolo dei fattori di emissione.

Carica_suolo

Input –

Output

- Totale (matrice tot_prov×num_prov×nclasse_lomb, reale): aree delle provincie suddivise per classe altimetrica e classe di vegetazione (resinose, latifoglie, cedui).
- Suolo (matrice tot_prov×numprov×nspeci_lomb+3, reale): contiene le aree delle varie provincie ricoperte dalle specie considerate; le aree sono suddivise anche per classe altimetrica.

Carica le aree delle varie provincie suddivise per classe altimetrica e per specie, nonché l'area totale delle varie classi di vegetazione sempre suddivisa per classe altimetrica e provincia.

Specie_classe (funzione)

Input

- Isp (intero): indice della specie.

Output –

Restituisce la classe di vegetazione di appartenenza della specie indicata da isp .

EmissioniXprovincia**Input**

- Emt (matrice $tot_prov \times nvoc \times numprov \times nspeci_lomb + 3$): contiene le emissioni totali del periodo per ogni VOC, suddivise per provincia, zona altimetrica e specie di vegetazione.

Output –

Scrive il file `./output/emprov.txt` contenente le emissioni totali per provincia delle 3 macroclassi di VOC, suddivise per classe altimetrica.

A.4 Creazione della griglia

Le emissioni, disaggregate a livello comunale, vengono distribuite sulla, in ragione proporzionale al territorio comunale situato nella singola cella.

Griglia**Input**

- indice dello step temporale.
- $celle_{com,part}$ matrice contenente per ciascun comune l'indicazione di quali celle coprono parte del territorio comunale;
- $percelle_{com,part}$ matrice contenente per ciascun comune la percentuale di terrotrio del comune che compete a ciascuna cella;
- $comuni_{com,nspec}$ ($maxsar+nspec$ =numero di speci totali dopo la speciazione dei VOC).

Output

- $grid_{ncelle,nspec+maxsar}$: emissioni su griglia non aggregate.

A.5 Aggregazione dei VOC

L'operazione di lumping dei composti organici avviene tramite la subroutine *lmpsar*, richiamata all'interno di *lump*; in particolare, in *lump*, si sommano i contributi emissivi sia relativi alla terrotrio svizzero che alla componente biogenica.

Lump**input**

- indice dello step temporale.

output

- $grid_{ncelle, nspec+maxsar}$: emissioni su griglia aggregate.

A.6 Scrrittura del file binario di output

Write_emis_arem*Input*

- Indice del ciclo temporale: viene creato un file per ogni ora del periodo di simulazione;
- Nome file di uscita.

Output –

Di seguito è riportata una descrizione sintetica della struttura del file arem.dat.

Header Records Gli header records contengono informazioni relative alla griglia, alle specie emesse, ai pesi molecolari e al periodo di simulazione.

no.	variable	type	description	sample values
1	FNAME 4	C \times 12	Data set name	AREM
2	IGTYP4	I	horizontal grid type	1
3	NX4	I	Numero di celle in direzione X	30
4	NY4	I	Numero di celle in direzione Y	30
5	DELX4	R	Am piezza della griglia (km) in direzione X	5
6	DELY4	R	Am piezza della griglia (km) in direzione Y	5
7	XORIG4	R	Coordinata X UTM (km) dell'angolo sud-ovest della griglia	168
8	YORIG4	R	Coordinata Y UTM (km) dell'angolo sud-ovest della griglia	3839
9	IUTMZ4	I	Zona UTM	11
10	NSE4	I	Numero di specie emesse	13
11	IBDAT4	I	Data di inizio (YYJJJ, dove YY=anno e JJJ=giorno giuliano)	84220
12	IBTIM4	I	Ora di inizio (00-23)	0
13	IEDAT4	I	Data di fine (YYJJJ, dove YY=anno e JJJ=giorno giuliano)	84224
14	IETIM4	I	Ora di fine (00-23)	23
15	VRS4	C \times 12	Versione del data set	Base Case
16	LABEL4	C \times 12	Etichetta	84 - KERN

Tabella A.2 Header Record 1

no.	type	description	sample values
1	C×12	Identificatore specie 1	NO
2	C×12	Identificatore specie 2	NO2
3	C×12	Identificatore specie 3	CO
.	.	.	.
.	.	.	.
NSE4	C×12	Identificatore specie NSE4	SO2

Tabella A.3 Header Record 2

no.	type	description	sample values
1	R	Peso molecolare specie 1	30.01
2	R	Peso molecolare specie 2	46.01
3	R	Peso molecolare specie 3	28.01
.	.	.	.
.	.	.	.
NSE4	R	Peso molecolare specie NSE4	64.07

Tabella A.4 Header Record 3

Data Records Il file *arem.dat* contiene “NSE4”+1 records per ogni step temporale. Il primo di questi definisce il periodo cui si riferiscono le emissioni, mentre i successivi “NSE4” contengono l’identificatore della specie ed il campo bidimensionale di emissione.

no.	variable	type	description
1	IBDAT	I	data di inizio del data set
2	IBTIM	I	ora di inizio del data set
3	IEDAT	I	data di fine del data set
4	IETIM	I	ora di fine del data set

Tabella A.5 Data Record - record 1

Ad esempio, per 1 ora:

- IBDAT=89183, IBTIM=00, IEDAT=89183, IETIM=00
- IBDAT=89183, IBTIM=01, IEDAT=89183, IETIM=01

no.	variable	type	description
1	CSPEC	C×12	identificatore specie (fino a 12 caratteri)
NX4×NY4	QEMIT	R	Emissioni (g/s) delle specie CSPEC per ogni colonna della griglia

Tabella A.6 Data Record - record 2,3, ..., “NSE4”+1

A.7 Emissioni puntuali

Le emissioni puntuali vengono stimate solo nel caso in cui si stiano predisponendo i file per il PREPEMIT. Il file per la configurazione dei parametri relativi a tali emissioni è `input/point/emi\ptemarb.ini`.

B

Categorie SNAP90 ed indicatori

Le tabelle presentate di seguito propongono per ogni categoria SNAP90 le variabili surrogato impiegate in questo studio rispettivamente per la disaggregazione spaziale, la modulazione temporale delle emissioni e la speciazione dei composti organici volatili.

Per molte categorie l'indicatore è costituito dal numero di addetti operanti in un certo settore economico, censito dall'ISTAT; pertanto, accanto al codice SNAP ed alla descrizione dell'attività inquinante, viene indicata la classe cui fare riferimento, intendendo con essa che la variabile surrogato è data dal numero di addetti dell'attività economica.

Qualora vi sia più di un indicatore per ogni classe SNAP, allora questi vengono disposti su due righe, come nel caso della categoria 30302.

In alcuni casi particolari, il surrogato è costituito dal numero degli addetti operanti in interi comparti economici; in questo caso, è indicato in maiuscolo (si veda, ad esempio, la categoria 30103).

Nel caso in cui l'emissione diffusa è nulla o l'emissione è attribuita interamente a sorgenti puntuali, come per la categoria 10101, in tabella non è riportata alcuna indicazione.

Infine, per le categorie SNAP90 del macrosettore 11 “Natura” non vi sono indicazioni in quanto si procede direttamente alla stima delle emissioni di origine biogenica, come illustrato in [2.2.3](#).

B.1 Indicatori spaziali

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
10101	CTE pubbliche - Caldaie \geq 300 MWth	-	-
10102	CTE pubbliche - Caldaie 50-300 MWth	40.1	Produzione e distribuzione di energia elettrica
10103	CTE pubbliche - Caldaie $<$ 50 MWth	40.1	Produzione e distribuzione di energia elettrica
10104	CTE pubbliche - Turbine a gas	40.1	Produzione e distribuzione di energia elettrica
10105	CTE pubbliche - Motori a combustione interna	40.1	Produzione e distribuzione di energia elettrica
10201	Teleriscaldamento - Caldaie \geq 300 MWth	40.3	Produzione e distribuzione di vapore ed acqua calda
10202	Teleriscaldamento - Caldaie 50-300 MWth	40.3	Produzione e distribuzione di vapore ed acqua calda
10203	Teleriscaldamento - Caldaie $<$ 50 MWth	40.3	Produzione e distribuzione di vapore ed acqua calda
10204	Teleriscaldamento - Turbine a gas	40.3	Produzione e distribuzione di vapore ed acqua calda

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
10205	Teleriscaldamento - Motori a combustione interna	40.3	Produzione e distribuzione di vapore ed acqua calda
20001	Terziario - Caldaie > 50 MWth	-	-
20002	Terziario - Caldaie < 50 MWth	-	Fabbisogno energetico
20003	Terziario - Turbine a gas	-	-
20004	Terziario - Motori a combustione interna	-	Fabbisogno energetico
20101	Agricoltura - Caldaie < 50 MWth	-	Numero aziende agricole
30101	Industria - Caldaie >= 300 MWth	-	-
30102	Industria - Caldaie tra 50-300 MWth	-	-
30103	Industria - Caldaie < 50 MWth	C+D+E+F+I	ESTRAZIONE DI MINERALI+ATTIVITA' MANIFATTURIERE + PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, GAS E ACQUA+COSTRUZIONI + TRASPORTI, MAGAZZINAGGIO E COMUNICAZIONI
30104	Industria - Turbine a gas	C+D+E+F+I	ESTRAZIONE DI MINERALI+ATTIVITA' MANIFATTURIERE + PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, GAS E ACQUA+COSTRUZIONI + TRASPORTI, MAGAZZINAGGIO E COMUNICAZIONI
30105	Industria - Motori a combustione interna	C+D+E+F+I	ESTRAZIONE DI MINERALI+ATTIVITA' MANIFATTURIERE + PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, GAS E ACQUA+COSTRUZIONI + TRASPORTI, MAGAZZINAGGIO E COMUNICAZIONI
30201	Forni di processo nelle raffinerie	-	-
30202	Forni da coke	-	-
30203	Cowpers di altoforni	27.1	Produzione di ferro, di acciaio e di ferrolegne (CECA)
30204	Forni per gesso	26.5	Produzione di cemento, calce, gesso
30301	Impianti di sinterizzazione	28.4	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri
30302	Forni siderurgici per riscaldamento successivo	27.1	Produzione di ferro, di acciaio e di ferrolegne (CECA)

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
		27.3	Altre attivita' di prima trasformazione del ferro e dell'acciaio e produzione di ferroleghe non CECA
30303	Fonderie di metalli ferrosi	27.5	Fusione di metalli
30304	Produzione di Piombo 1a fusione	-	-
30305	Produzione di Zinco 1a fusione	-	-
30306	Produzione di Rame 1a fusione	27.4	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi
30307	Produzione di Piombo 2a fusione	27.4	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi
30308	Produzione di Zinco 2a fusione	-	-
30309	Produzione di Rame 2a fusione	-	-
30310	Produzione di Alluminio 2a fusione	27.4	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi
30311	Produzione di Cemento	26.5	Produzione di cemento, calce, gesso
30312	Produzione di Calce	26.5	Produzione di cemento, calce, gesso
30313	Produzione di Agglomerati bituminosi	23.2	Fabbricazione di prodotti petroliferi raffinati
30314	Produzione di Vetro piano	26.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
30315	Produzione di Contenitori di vetro	26.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
30316	Produzione di Lana di vetro	26.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
30317	Produzione di Altro vetro	26.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
30318	Produzione di lana minerale	-	-
30319	Produzione di Laterizi e piastrelle	26.3	Fabbricazione di piastrelle e lastre in ceramica per pavimenti e rivestimenti
		26.4	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta
30320	Produzione di Materiali di ceramica fine	26.2	Fabbricazione di prodotti ceramici non refrattari, non destinati all'edilizia; fabbricazione di prodotti ceramici refrattari
30321	Industria cartiera (processi di essiccazione)	21.1	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta
30322	Produzione di allumina	-	-
30323	Produzione di magnesio	-	-
40101	Lavorazione di prodotti petroliferi	-	-

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
40102	Cracking catalitico a letto fluido (FCC) - caldaia CO	-	-
40103	Impianti di recupero zolfo	-	-
40104	Movimentazione di prodotti petroliferi in raffineria	-	-
40201	Forni da coke (perdite dalle porte e spegnimento)	-	-
40202	Operazioni di carico degli altoforni	-	-
40203	Spillatura della ghisa di prima fusione	-	-
40204	Solid smokeless fuel	-	-
40205	Produzione di Acciaio (forno Martin-Siemens)	-	-
40206	Produzione di Acciaio (forno basico ad ossigeno - BOF)	27.1	Produzione di ferro, di acciaio e di ferroleghe (CECA)
40207	Produzione di Acciaio (forno elettrico)	27.1	Produzione di ferro, di acciaio e di ferroleghe (CECA)
40208	Laminatoi	28.4	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri
		27.2	Fabbricazione di tubi
40301	Produzione di Alluminio (elettrolisi)	27.4	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi
40302	Produzione di Ferroleghe	27.1	Produzione di ferro, di acciaio e di ferroleghe (CECA)
40303	Produzione di Silicio	27.4	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi
40304	Produzione di magnesio	-	-
40401	Produzione di Acido solforico	-	-
40402	Produzione di Acido nitrico	-	-
40403	Produzione di Ammoniaca	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40404	Produzione di Solfato di ammonio	-	-
40405	Produzione di Nitrato di ammonio	-	-
40406	Produzione di Fosfato di ammonio	-	-
40407	Produzione di Fertilizzanti composti (NPK)	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40408	Produzione di Urea	-	-
40409	Produzione di Nerofumo	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40410	Produzione di Biossido di Titanio	-	-
40411	Produzione di Grafite	-	-
40412	Produzione di Carburo di Calcio	24.6	Fabbricazione di altri prodotti chimici
40501	Produzione di Etilene	-	-

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
40502	Produzione di Propilene	-	-
40503	Produzione di 1,2 dicloroetano (eccetto 40505)	-	-
40504	Produzione di cloruro di vinile (eccetto 40505)	-	-
40505	Produzione di 1,2 dicloroetano + cloruro di vinile	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40506	Produzione di polietilene a bassa densità	-	-
40507	Produzione di Polietilene ad alta densità	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40508	Produzione di Cloruro di polivinile	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40509	Produzione di Polipropilene	-	-
40510	Produzione di Stirene	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40511	Produzione di Polistirolo	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40512	Produzione di Butadiene	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40513	Produzione di Lattice Sirene Butadiene	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40514	Produzione di gomma Stirene-Butadiene	-	-
40515	Produzione di Resine acrilonitrile-butadiene-stirene (ABS)	-	-
40516	Produzione di Ossido di etilene	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40517	Produzione di formaldeide	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40518	Produzione di Etilbenzene	-	-
40519	Produzione di Anidride fthalica	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40520	Produzione di Acrilonitrile	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40521	Produzione di Acido Adipico	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40522	Movimentazione di prodotti chimici nell'industria	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40523	Produzione di Fenolo	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
40524	Produzione di Poliestere	-	-
40601	Produzione di Cartone grigio	21.1	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta
40602	Produzione Pasta per la carta (procedimento al solfato)	-	-
40603	Produzione Pasta per la carta (procedimento al solfato)	-	-

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
40604	Produzione di Paste per la carta (semichimiche)	21.1	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta
40605	Produzione di Pane	15.8	Fabbricazione di altri prodotti alimentari
40606	Produzione di Vino	15.9	Industria delle bevande
40607	Produzione di Birra	15.9	Industria delle bevande
40608	Produzione di alcoolici	15.8	Fabbricazione di altri prodotti alimentari
40609	Gasificatori di residui legnosi	-	-
40610	Produzione di Materiali di copertura in asfalto	23.2	Fabbricazione di prodotti petroliferi raffinati
40611	Pavimentazione stradale con asfalto	densità	-
40612	Produzione di cemento (Processi)	26.5	Produzione di cemento, calce, gesso
40613	Produzione di Calce (Processi)	26.5	Produzione di cemento, calce, gesso
40614	Produzione di Vetro (Processi)	26.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
40700	Impianti di refrigerazione	-	-
50101	Miniere a ciclo aperto	-	-
50102	Miniere sotterranee	-	-
50103	Immagazzinamento di combustibili solidi	-	-
50201	Estrazione combustibili liquidi - Attivit... su terraferma	11.1	Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale
50202	Estrazione combustibili liquidi - Attivit... off-shore	11.1	Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale
50301	Desolforazione su terraferma		
50302	Estraz. comb. gassosi - Attivit... a terra (esc. desolf.)	11.1	Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale
50303	Estraz. comb. gassosi - Attivit... off-shore	-	-
50401	Terminali marittimi di comb. liquidi	-	-
50402	Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	C+D+E+F+I	ESTRAZIONE DI MINERALI+ATTIVITA' MANIFATTURIERE + PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, GAS E ACQUA+COSTRUZIONI + TRASPORTI, MAGAZZINAGGIO E COMUNICAZIONI
50501	Stazione di distribuzione di benzina delle raffinerie	-	-
50502	Trasporto e depositi di benzina (eccetto 5.5.3)	ab	Abitanti

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
50503	Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli)	50.5	Vendita al dettaglio di carburanti per autotrazione
50601	Condotte di gas	ab	Abitanti
50602	Stazioni di pompaggio di gas (turbine)	ab	Abitanti
50603	Reti di distribuzione di gas	ab	Abitanti
60101	Verniciatura di veicoli	34.2	Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli; fabbricazione di rimorchi e semirimorchi
60102	Altra verniciatura industriale	35.0	FABBRICAZIONE DI ALTRI MEZZI DI TRASPORTO
		28.0	FABBRICAZIONE E LAVORAZIONE DEI PRODOTTI IN METALLO, ESCLUSE MACCHINE E IMPIANTI
		29.0	FABBRICAZIONE DI MACCHINE ED APPARECCHI MECCANICI, COMPRESI L'INSTALLAZIONE, IL MONTAGGIO, LA RIPARAZIONE E LA MANUTENZIONE
60103	Verniciatura: edilizia	ab	Abitanti
60104	Verniciatura: uso domestico	ab	Abitanti
60105	Verniciatura nell'industria del legno	20.1	Taglio, pirottatura e trattamento del legno
		36.1	Fabbricazione di mobili
		20.3	Fabbricazione di elementi di carpenteria in legno e falegnameria per l'edilizia
60201	Sgrassaggio metalli	27.4	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi
		27.5	Fusione di metalli
60202	Pulitura a secco	ab	Abitanti
60301	Lavorazione di poliestere	-	-
60302	Lavorazione di cloruro di polivinile	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
60303	Lavorazione di poliuretano	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
60304	Lavorazione di schiuma polistirolica	24.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base
60305	Lavorazione della gomma	25.1	Fabbricazione di articoli in gomma
60306	Manifattura di prodotti farmaceutici	24.4	Fabbricazione di prodotti farmaceutici e di prodotti chimici e botanici per usi medicinali
60307	Manifattura di vernici	24.3	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e mastici
60308	Manifattura di inchiostri	24.3	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e mastici
60309	Manifattura di colle	24.6	Fabbricazione di altri prodotti chimici

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
60310	Soffiatura di asfalto	-	-
60311	Manifattura di nastri adesivi	24.6	Fabbricazione di altri prodotti chimici
60401	Lavorazione Lana di vetro	26.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
60402	Lavorazione lana minerale	-	-
60403	Industria della stampa	22.1	Editoria
		22.2	Stampa e attivita' dei servizi connessi alla stampa
60404	Estrazione di oli e grassi	15.4	Fabbricazione di oli e grassi vegetali e animali
60405	Applicazione di colle e adesivi	ab	Abitanti
60406	Conservazione del legno	-	-
60407	Trattamento antiruggine dei veicoli	-	-
60408	Uso di solventi domestici (eccetto verniciatura)	ab	Abitanti
60409	Deparaffinazione di veicoli	34.2	Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli; fabbricazione di rimorchi e semirimorchi
70101	Automobili - Autostrade	AMA	Modello flussi di traffico
70102	Automobili - Strade Extraurbane	AME	Modello flussi di traffico
70103	Automobili - Strade Urbane	ab	Abitanti
70201	Veicoli leggeri < 3.5 t - Autostrade	LMA	Modello flussi di traffico
70202	Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	LME	Modello flussi di traffico
70203	Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	ab	Abitanti
70301	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Autostrade	PMA	Modello flussi di traffico
70302	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	PME	Modello flussi di traffico
70303	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	ab	Abitanti
70400	Motocicli < 50 cm3	ab	Abitanti
70501	Motocicli > 50 cm3 - Autostrade	MMA	Modello flussi di traffico
70502	Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	MME	Modello flussi di traffico
70503	Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	ab	Abitanti
70600	Motori a benzina - emissioni evaporative	ab	Abitanti
80101	Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	Vfsa	Numero di veicoli fuori strada agricoli
80102	Veicoli fuori-strada e macchine - Silvicoltura	vfss	Numero di veicoli fuori strada silvicoltura
80103	Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	Vfsi	Numero di veicoli fuori strada industriali

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
80104	Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	ab	Abitanti
80105	Veicoli fuori strada e Macchine - Giardinaggio	densità	
80200	Ferrovie	60.1	Trasporti ferroviari
80300	Vie di navigazione interne	61.2	Trasporti per vie d'acqua interne (compresi i trasporti lagunari)
80401	Porti	-	-
80402	Traffico marittimo	-	-
80403	Pesca	-	-
80500	Aeroporti (cicli di decollo)	Aero	Cicli LTO
90100	Trattamento acque reflue	-	-
90201	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Rsux	Rifiuti solidi urbani
90202	Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)	C+D+E+F+I	ESTRAZIONE DI MINERALI+ATTIVITA' MANIFATTURIERE + PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, GAS E ACQUA+COSTRUZIONI + TRASPORTI, MAGAZZINAGGIO E COMUNICAZIONI
90203	Torce nelle raffinerie di petrolio	-	-
90204	Torce nell'industria chimica	-	-
90205	Incenerimento fanghi dal trattamento di acque reflue	0900	SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI, DELLE ACQUE DI SCARICO E SIMILI
90300	Spargimento di fanghi	0900	SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI, DELLE ACQUE DI SCARICO E SIMILI
90400	Interramento di rifiuti	Irxx	Interramento rifiuti
90500	Produzione di compost dai rifiuti	Crxx	Compost
90600	Produzione di biogas	-	-
90700	Incenerimento di rifiuti agricoli	Sacx	Superficie agricola coltivata
90800	Latrine	-	-
100101	Coltivazioni permanenti - fertilizzate	Ccfx	Superficie coltivata fertilizzata
100102	Terreni arabili - fertilizzati	Ccfx	Superficie coltivata fertilizzata
100103	Risai	-	-
100104	Vivai	-	-
100105	Praterie - fertilizzate	Ccfx	Superficie coltivata fertilizzata
100106	Maggesi	-	-
100201	Coltivazioni permanenti	-	-
100202	Terreni arabili	-	-
100203	Risai	Csfx	Superficie coltivata non fertilizzata
100204	Vivai	Csfx	Superficie coltivata non fertilizzata
100205	Praterie	-	-
100206	Maggesi	-	-

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
100300	Combustione di residui agricoli	Sacx	Superficie agricola coltivata
100401	Bovini selezionati da latte - fermentazione intestinale	Bola	Numero di capi
100402	Altri bovini - fermentazione intestinale	Bovi	Numero di capi
100403	Ovini - fermentazione intestinale	Ovin	Numero di capi
100404	Suini - fermentazione intestinale	Suin	Numero di capi
100405	Equini - fermentazione intestinale	Equi	Numero di capi
100406	Asini - fermentazione intestinale	Asin	Numero di capi
100407	Capre - fermentazione intestinale	Capr	Numero di capi
100501	Bovini selezionati da latte - escrementi	Bola	Numero di capi
100502	Altri bovini - escrementi	Bovi	Numero di capi
100503	Maiali - escrementi	Suin	Numero di capi
100504	Scrofe - escrementi	Suin	Numero di capi
100505	Ovini (incluse capre) - escrementi	Ovca	Numero di capi
100506	Equini (inclusi muli e asini) - escrementi	Eqas	Numero di capi
100507	Galline (da uova) - escrementi	Gall	Numero di capi
100508	Pollastri - escrementi	Gall	Numero di capi
100509	Altri pollami (anatre, oche, etc.) - escrementi	Gall	Numero di capi
100510	Animali da pelliccia - escrementi	-	-
110101	Alte emettitrici di isoprene	-	-
110102	Basse emettitrici di isoprene	-	-
110103	Non emettitrici di isoprene	-	-
110200	Foreste di conifere	-	-
110300	Incendi forestali	-	-
110400	Prati naturali	-	-
110501	Paludi non drenate e salmastre	-	-
110502	Paludi non drenate e salmastre	-	-
110503	Stagni	-	-
110601	Laghi	-	-
110602	Acque basse marine	-	-
110603	Acque superficiali	-	-
110604	Acque di drenaggio	-	-
110605	Fiumi	-	-
110606	Fossi e canali	-	-
110607	Mare aperto (> 6m)	-	-
110608		-	-
110609		-	-

SNAP90	descrizione attività	Indicatore	
110701	Termiti	-	-
110702	Mammiferi	-	-
110800	Vulcani	-	-
110900	Depositi organici interglaciali di superficie	-	-
111000	Umani	ab	Abitanti

Tabella B.1: Indicatori spaziali

B.2 Indicatori temporali

SNAP90	descrizione attività									
10101	CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth									
10102	CTE pubbliche - Caldaie 50-300 MWth	1047	-	-	-	-	-	-	-	-
10103	CTE pubbliche - Caldaie < 50 MWth	1047	-	-	-	-	-	-	-	-
10104	CTE pubbliche - Turbine a gas	1047	-	-	-	-	-	-	-	-
10105	CTE pubbliche - Motori a combustione interna	1047	-	-	-	-	-	-	-	-
10201	Teleriscaldamento - Caldaie >= 300 MWth	1048	-	-	-	-	-	-	-	-
10202	Teleriscaldamento - Caldaie 50-300 MWth	1048	-	-	-	-	-	-	-	-
10203	Teleriscaldamento - Caldaie < 50 MWth	1048	-	-	-	-	-	-	-	-
10204	Teleriscaldamento - Turbine a gas	1048	-	-	-	-	-	-	-	-
10205	Teleriscaldamento - Motori a combustione interna	1048	-	-	-	-	-	-	-	-
20001	Terziario - Caldaie > 50 MWth	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20002	Terziario - Caldaie < 50 MWth	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088
20003	Terziario - Turbine a gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20004	Terziario - Motori a combustione interna	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088

SNAP90	descrizione attività									
110701	Termiti	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110702	Mammiferi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110800	Vulcani	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110900	Depositii organici interglaciali di superficie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111000	Umani	1064	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella B.2: Indicatori temporali

B.3 Indicatori per la speciazione dei VOC

SNAP90	descrizione attività					
10101	CTE pubbliche - Caldaie \geq 300 MWth	-	-	-	-	-
10102	CTE pubbliche - Caldaie 50-300 MWth	0001	0002	-	-	-
10103	CTE pubbliche - Caldaie $<$ 50 MWth	0001	0002	-	-	-
10104	CTE pubbliche - Turbine a gas	0007	-	-	-	-
10105	CTE pubbliche - Motori a combustione interna	0002	-	-	-	-
10201	Teleriscaldamento - Caldaie \geq 300 MWth	9001	-	-	-	-
10202	Teleriscaldamento - Caldaie 50-300 MWth	9001	-	-	-	-
10203	Teleriscaldamento - Caldaie $<$ 50 MWth	0001	0003	-	-	-
10204	Teleriscaldamento - Turbine a gas	0007	-	-	-	-
10205	Teleriscaldamento - Motori a combustione interna	9002	-	-	-	-
20001	Terziario - Caldaie $>$ 50 MWth	-	-	-	-	-
20002	Terziario - Caldaie $<$ 50 MWth	0001	0002	0003	1084	
20003	Terziario - Turbine a gas	-	-	-	-	-
20004	Terziario - Motori a combustione interna	-	-	-	-	-
20101	Agricoltura - Caldaie $<$ 50 MWth	0001	0002			
30101	Industria - Caldaie \geq 300 MWth	-	-	-	-	-
30102	Industria - Caldaie tra 50-300 MWth	-	-	-	-	-
30103	Industria - Caldaie $<$ 50 MWth	9001	-	-	-	-
30104	Industria - Turbine a gas	0195	-	-	-	-
30105	Industria - Motori a combustione interna	9002	-	-	-	-
30201	Forni di processo nelle raffinerie	-	-	-	-	-
30202	Forni da coke	-	-	-	-	-
30203	Cowpers di altoforni	0014	-	-	-	-
30204	Forni per gesso	0012	-	-	-	-
30301	Impianti di sinterizzazione	0013	-	-	-	-
30302	Forni siderurgici per riscaldamento successivo	9009	-	-	-	-
30303	Fonderie di metalli ferrosi	9009	-	-	-	-
30304	Produzione di Piombo 1a fusione	-	-	-	-	-
30305	Produzione di Zinco 1a fusione	-	-	-	-	-
30306	Produzione di Rame 1a fusione	1089	-	-	-	-
30307	Produzione di Piombo 2a fusione	1089	-	-	-	-
30308	Produzione di Zinco 2a fusione	-	-	-	-	-
30309	Produzione di Rame 2a fusione	-	-	-	-	-
30310	Produzione di Alluminio 2a fusione	1202	1036	-	-	-
30311	Produzione di Cemento	9011	-	-	-	-
30312	Produzione di Calce	9011	-	-	-	-

SNAP90	descrizione attività				
30313	Produzione di Agglomerati bituminosi	1178	-	-	-
30314	Produzione di Vetro piano	9011	-	-	-
30315	Produzione di Contenitori di vetro	9011	-	-	-
30316	Produzione di Lana di vetro	9011	-	-	-
30317	Produzione di Altro vetro	9011	-	-	-
30318	Produzione di lana minerale	-	-	-	-
30319	Produzione di Laterizi e piastrelle	9001	9003	9011	-
30320	Produzione di Materiali di ceramica fine	9001	9003	9011	-
30321	Industria cartiera (processi di essiccazione)	9001	9003	9011	-
30322	Produzione di allumina	-	-	-	-
30323	Produzione di magnesio	-	-	-	-
40101	Lavorazione di prodotti petroliferi	-	-	-	-
40102	Cracking catalitico a letto fluido (FCC) - caldaia CO	-	-	-	-
40103	Impianti di recupero zolfo	-	-	-	-
40104	Movimentazione di prodotti petroliferi in raffineria	-	-	-	-
40201	Forni da coke (perdite dalle porte e spegnimento)	-	-	-	-
40202	Operazioni di carico degli altoforni	-	-	-	-
40203	Spillatura della ghisa di prima fusione	-	-	-	-
40204	Solid smokeless fuel	-	-	-	-
40205	Produzione di Acciaio (forno Martin-Siemens)	-	-	-	-
40206	Produzione di Acciaio (forno basico ad ossigeno - BOF)	0016	-	-	-
40207	Produzione di Acciaio (forno elettrico)	9010	-	-	-
40208	Laminatoi	9010	-	-	-
40301	Produzione di Alluminio (elettrolisi)	-	-	-	-
40302	Produzione di Ferroleghi	-	-	-	-
40303	Produzione di Silicio	9010	-	-	-
40304	Produzione di magnesio	-	-	-	-
40401	Produzione di Acido solforico	-	-	-	-
40402	Produzione di Acido nitrico	-	-	-	-
40403	Produzione di Ammoniaca	9004			
40404	Produzione di Solfato di ammonio	-	-	-	-
40405	Produzione di Nitrato di ammonio	-	-	-	-
40406	Produzione di Fosfato di ammonio	-	-	-	-
40407	Produzione di Fertilizzanti composti (NPK)	-	-	-	-
40408	Produzione di Urea	-	-	-	-
40409	Produzione di Nero fumo	1002	-	-	-
40410	Produzione di Biossido di Titanio	-	-	-	-
40411	Produzione di Grafite	-	-	-	-
40412	Produzione di Carburo di Calcio	-	-	-	-
40501	Produzione di Etilene	-	-	-	-
40502	Produzione di Propilene	-	-	-	-
40503	Produzione di 1,2 dicloroetano (eccetto 40505)	-	-	-	-
40504	Produzione di cloruro di vinile (eccetto 40505)	-	-	-	-
40505	Produzione di 1,2 dicloroetano + cloruro di vinile	1091	-	-	-
40506	Produzione di polietilene a bassa densità'	-	-	-	-
40507	Produzione di Polietilene ad alta densità'	9005	-	-	-
40508	Produzione di Cloruro di polivinile	1051	-	-	-
40509	Produzione di Polipropilene	-	-	-	-
40510	Produzione di Stirene	1009	-	-	-

SNAP90	descrizione attività				
40511	Produzione di Polistirolo	9047	-	-	-
40512	Produzione di Butadiene	1009	-	-	-
40513	Produzione di Lattice Sirene Butadiene	1009	-	-	-
40514	Produzione di gomma Stirene-Butadiene	-	-	-	-
40515	Produzione di Resine acrilonitrile-butadiene-stirene (ABS)		-	-	-
40516	Produzione di Ossido di etilene	1046	1057	1058	-
40517	Produzione di formaldeide	1140	-	-	-
40518	Produzione di Etilbenzene	-	-	-	-
40519	Produzione di Anidride ftalica	1006	-	-	-
40520	Produzione di Acrilonitrile	1109	-	-	-
40521	Produzione di Acido Adipico	1110	-	-	-
40522	Movimentazione di prodotti chimici nell'industria	9047	-	-	-
40523	Produzione di Fenolo	1050	-	-	-
40524	Produzione di Poliestere	-	-	-	-
40601	Produzione di Cartone grigio	9013	-	-	-
40602	Produzione Pasta per la carta (procedimento al solfato)	-	-	-	-
40603	Produzione Pasta per la carta (procedimento al solfito)	-	-	-	-
40604	Produzione di Paste per la carta (semichimiche)	9013	-	-	-
40605	Produzione di Pane	9003	-	-	-
40606	Produzione di Vino	1188	-	-	-
40607	Produzione di Birra	1188	-	-	-
40608	Produzione di alcoolici	9007	-	-	-
40609	Gasificatori di residui legnosi	-	-	-	-
40610	Produzione di Materiali di copertura in asfalto	0023	0024	0025	
40611	Pavimentazione stradale con asfalto	0026	-	-	-
40612	Produzione di cemento (Processi)	-	-	-	-
40613	Produzione di Calce (Processi)	-	-	-	-
40614	Produzione di Vetro (Processi)	-	-	-	-
40700	Impianti di refrigerazione	-	-	-	-
50101	Miniere a ciclo aperto	-	-	-	-
50102	Miniere sotterranee	-	-	-	-
50103	Immagazzinamento di combustibili solidi	-	-	-	-
50201	Estrazione combustibili liquidi - Attivit... su terraferma	9015	-	-	-
50202	Estrazione combustibili liquidi - Attivit... off-shore	9015	-	-	-
50301	Desolforazione su terraferma	-	-	-	-
50302	Estraz. comb. gassosi - Attivit... a terra (esc. desolf.)	9015	-	-	-
50303	Estraz. comb. gassosi - Attivit... off-shore	-	-	-	-
50401	Terminali marittimi di comb. liquidi	-	-	-	-
50402	Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	9015	-	-	-
50501	Stazione di distribuzione di benzina delle raffinerie	-	-	-	-
50502	Trasporto e depositi di benzina (eccetto 5.5.3)	9027	-	-	-
50503	Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli)	1100	-	-	-
50601	Condotte di gas	1210	-	-	-
50602	Stazioni di pompaggio di gas (turbine)	1210	-	-	-

SNAP90	descrizione attività				
50603	Reti di distribuzione di gas	1210	-	-	-
60101	Verniciatura di veicoli	9021	-	-	-
60102	Altra verniciatura industriale	9021	-	-	-
60103	Verniciatura: edilizia	9021	-	-	-
60104	Verniciatura: uso domestico	0197	-	-	-
60105	Verniciatura nell'industria del legno	9021	-	-	-
60201	Sgrassaggio metalli	9018	-	-	-
60202	Pulitura a secco	9018	-	-	-
60301	Lavorazione di poliestere	-	-	-	-
60302	Lavorazione di cloruro di polivinile	1091	-	-	-
60303	Lavorazione di poliuretano	9005	-	-	-
60304	Lavorazione di schiuma polistirolica	9005	-	-	-
60305	Lavorazione della gomma	9005	-	-	-
60306	Manifattura di prodotti farmaceutici	9004	-	-	-
60307	Manifattura di vernici	0127	-	-	-
60308	Manifattura di inchiostri	9026	-	-	-
60309	Manifattura di colle	9026	-	-	-
60310	Soffiatura di asfalto	-	-	-	-
60311	Manifattura di nastri adesivi	1088	-	-	-
60401	Lavorazione Lana di vetro	9011	-	-	-
60402	Lavorazione lana minerale	-	-	-	-
60403	Industria della stampa	9026	-	-	-
60404	Estrazione di oli e grassi	9026	-	-	-
60405	Applicazione di colle e adesivi	1088	-	-	-
60406	Conservazione del legno	-	-	-	-
60407	Trattamento antiruggine dei veicoli	-	-	-	-
60408	Uso di solventi domestici (eccetto verniciatura)	0197	-	-	-
60409	Deparaffinazione di veicoli	9026	-	-	-
70101	Automobili - Autostrade	6106	6107	6108	6110
70102	Automobili - Strade Extraurbane	6106	6107	6108	6110
70103	Automobili - Strade Urbane	6106	6107	6108	6110
70201	Veicoli leggeri < 3.5 t - Autostrade	6106	6107	6108	-
70202	Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	6106	6107	6108	-
70203	Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	6106	6107	6108	-
70301	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Autostrade	6106	6108	-	-
70302	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	6106	6108	-	-
70303	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	6106	6108	-	-
70400	Motocicli < 50 cm ³	6106	-	-	-
70501	Motocicli > 50 cm ³ - Autostrade	6106	-	-	-
70502	Motocicli > 50 cm ³ - Strade Extraurbane	6106	-	-	-
70503	Motocicli > 50 cm ³ - Strade Urbane	6106	-	-	-
70600	Motori a benzina - emissioni evaporative	6109	-	-	-
80101	Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	6108	-	-	-
80102	Veicoli fuori-strada e macchine - Silvicoltura	6108	-	-	-
80103	Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	6108	-	-	-
80104	Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	6108	-	-	-
80105	Veicoli fuori strada e Macchine - Giardinaggio	6108	-	-	-
80200	Ferrovie	1201	-	-	-
80300	Vie di navigazione interne	1201	-	-	-
80401	Porti	-	-	-	-

SNAP90	descrizione attività				
80402	Traffico marittimo	-	-	-	-
80403	Pesca	-	-	-	-
80500	Aeroporti (cicli di decollo)	1099	-	-	-
90100	Trattamento acque reflue	-	-	-	-
90201	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	0122	-	-	-
90202	Incenerimento di rifiuti industriali (eccetto torce)	0122	-	-	-
90203	Torce nelle raffinerie di petrolio	-	-	-	-
90204	Torce nell'industria chimica	-	-	-	-
90205	Incenerimento fanghi dal trattamento di acque reflue	0122	-	-	-
90300	Spargimento di fanghi	9022	-	-	-
90400	Interramento di rifiuti	9022	-	-	-
90500	Produzione di compost dai rifiuti	9022	-	-	-
90600	Produzione di biogas	-	-	-	-
90700	Incenerimento di rifiuti agricoli	0121	-	-	-
90800	Latrine	-	-	-	-
100101	Coltivazioni permanenti - fertilizzate	0203	-	-	-
100102	Terreni arabili - fertilizzati	0203	-	-	-
100103	Risaie	-	-	-	-
100104	Vivai	-	-	-	-
100105	Praterie - fertilizzate	0203	-	-	-
100106	Maggesi	-	-	-	-
100201	Coltivazioni permanenti	-	-	-	-
100202	Terreni arabili	-	-	-	-
100203	Risaie	0203	-	-	-
100204	Vivai	0203	-	-	-
100205	Praterie	-	-	-	-
100206	Maggesi	-	-	-	-
100300	Combustione di residui agricoli	0307	-	-	-
100401	Bovini selezionati da latte - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100402	Altri bovini - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100403	Ovini - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100404	Suini - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100405	Equini - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100406	Asini - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100407	Capre - fermentazione intestinale	6005	-	-	-
100501	Bovini selezionati da latte - escrementi	6005	-	-	-
100502	Altri bovini - escrementi	6005	-	-	-
100503	Maiali - escrementi	6005	-	-	-
100504	Scrofe - escrementi	6005	-	-	-
100505	Ovini (incluse capre) - escrementi	6005	-	-	-
100506	Equini (inclusi muli e asini) - escrementi	6005	-	-	-
100507	Galline (da uova) - escrementi	6005	-	-	-
100508	Pollastri - escrementi	6005	-	-	-
100509	Altri pollami (anatre, oche, etc.) - escrementi	6005	-	-	-
100510	Animali da pelliccia - escrementi	-	-	-	-
110101	Alte emettitrici di isoprene	-	-	-	-
110102	Basse emettitrici di isoprene	-	-	-	-
110103	Non emettitrici di isoprene	-	-	-	-
110200	Foreste di conifere	-	-	-	-
110300	Incendi forestali	-	-	-	-

SNAP90	descrizione attività				
110400	Prati naturali	-	-	-	-
110501	Paludi non drenate e salmastre	-	-	-	-
110502	Paludi non drenate e salmastre	-	-	-	-
110503	Stagni	-	-	-	-
110601	Laghi	-	-	-	-
110602	Acque basse marine	-	-	-	-
110603	Acque superficiali	-	-	-	-
110604	Acque di drenaggio	-	-	-	-
110605	Fiumi	-	-	-	-
110606	Fossi e canali	-	-	-	-
110607	Mare aperto (> 6m)	-	-	-	-
110608		-	-	-	-
110609		-	-	-	-
110701	Termiti	-	-	-	-
110702	Mammiferi	-	-	-	-
110800	Vulcani	-	-	-	-
110900	Depositi organici interglaciali di superficie	-	-	-	-
111000	Umani	-	-	-	-

Tabella B.3: Indicatori VOC

C

Documentazione online

Di seguito sono riportati i siti web di maggiore interesse.

- European Environment Agency
<http://www.eea.eu.int/>
- European Topic Centre on Air Emissions
<http://etc-ae.eionet.eu.int/etc-ae/index.htm>
- EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (First edition)
<http://eionet.eea.eu.int/aegb/default.htm>
- EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (Second edition)
<http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR/>
- COPERT III
<http://vergina.eng.auth.gr/mech/lat/copert/copert.htm>
- CORINAIR European Emissions Data
<http://www.aeat.co.uk/netcen/corinair/testnewlayout/corin.html>
- US EPA U.S. Environmental Protection Agency
<http://www.epa.gov/>
- Clearinghouse for Inventories and Emissions Factors
<http://www.epa.gov/ttn/chief/>
- Handbook for Criteria for Pollutant Inventory Development: A Beginner's Guide for Point and Area Sources
<http://www.epa.gov/ttn/chief/eidocs/beginner.pdf>
- SPECIATE
<http://www.epa.gov/ttn/chief/software/speciate/index.html>
- Home page di W.P.L. Carter
<http://pah.cert.ucr.edu/~carter/>