

## Parte VI

### L'assunzione dell'ipotesi interpretativa e la finalizzazione della lettura orientata per la valutazione finale

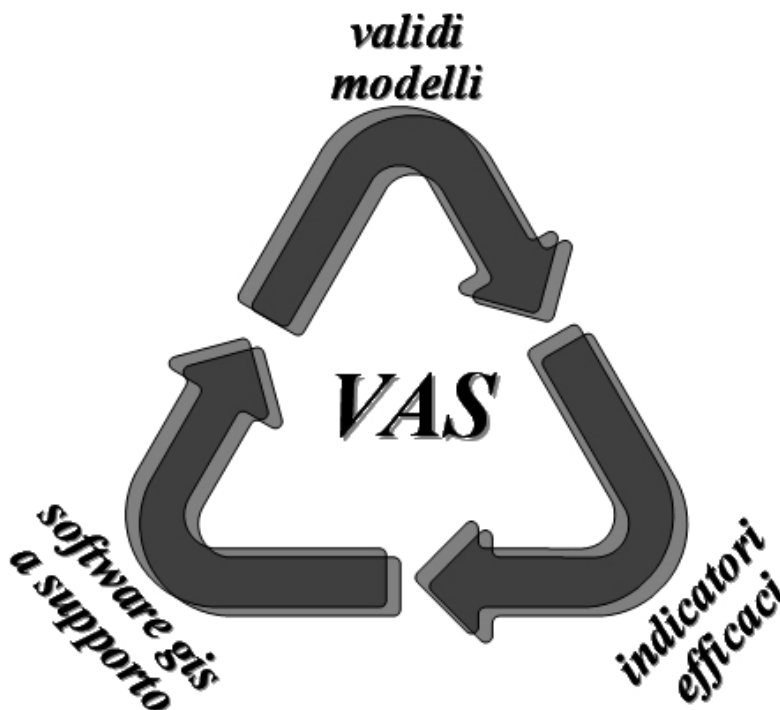
#### 1. L'ipotesi interpretativa assunta

Un aspetto fondamentale riguarda i contenuti da considerarsi da parte di una Vas di un P/P<sup>1</sup>; trovandoci ad affrontare una Vas, a scala locale, per il Documento di piano, ci si chiede se essa debba considerare non solo gli aspetti ambientali (obbligatori per la Direttiva comunitaria), ma anche quelli economici e sociali e, in questo ultimo caso, la Vas assumerebbe un valenza di strumento valutativo complessivo, in linea con l'impianto concettuale e metodologico utilizzato nel campo dello sviluppo sostenibile.

Consapevoli che la Vas rappresenti un percorso tecnico strutturato che si fa carico anche degli aspetti socio/economici (i quali, altrimenti, non troverebbero riscontro nel processo valutativo) a livelli equivalenti a quelli ambientali, occorre prevedere per ambedue i risvolti un protocollo analitico – valutativo<sup>2</sup> strutturato e specifico<sup>3</sup>, in quanto il supporto alle decisioni di governo del territorio richiede la considerazione di tutti gli elementi che intervengono; si assume quindi l'intero portato analitico prima esposto nella Parte IV (*"Il livello degli indicatori di Giussano rispetto al territorio del Parco regionale della Valle del Lambro"*) per la definizione dell'indicatore sintetico di sostenibilità e per il conseguente calcolo dell'indice di sostenibilità<sup>4</sup>.

Un secondo aspetto su cui ci siamo interrogati riguarda l'utilizzabilità dei modelli e dei data base Arpa per la valutazione delle componenti aria e acqua nelle Vas locali; le riflessioni prodotte all'interno del gruppo di lavoro e le consultazioni avviate con gli esperti<sup>5</sup> Arpa hanno rappresentato un utile stimolo per meglio ponderare, ai fini della costruzione dell'indicatore sintetico di sostenibilità, gli indicatori per tali componenti calcolati ed esposti nei cap. 2 e 3 della precedente Parte IV.

La rielaborazione dei contributi, ottenuti dai confronti intercorsi, e le considerazioni a cui siamo addivenuti sono esposte nel successivo capitolo.



<sup>1</sup> Piano o Programma.

<sup>2</sup> Si rimanda agli approfondimenti precedentemente esposti nella Parte III.

<sup>3</sup> Si rimanda agli approfondimenti precedentemente esposti nella Parte V e nel successivo cap. 3.

<sup>4</sup> Tale indice è spazializzato nella carta 6.5, Parte III e/o cap. 3 della presente Parte.

<sup>5</sup> Dott.ssa Elisabetta Angelino (responsabile del Settore modellistica aria di Arpa Lombardia mail: e.angelino@arpalombardia.it) e ing. Edoardo Peroni (tecnico del Settore modellistica aria di Arpa Lombardia mail: e.peroni@arpalombardia.it).

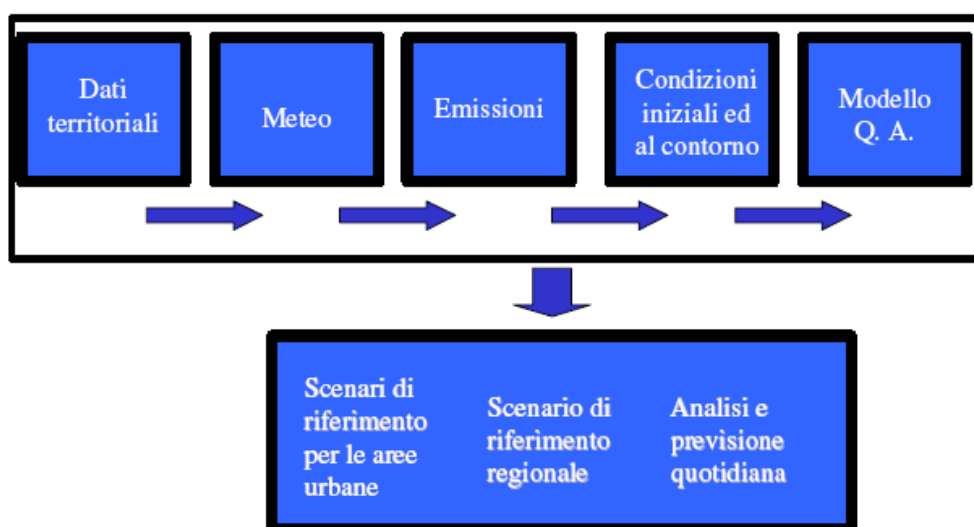
## 2. Le opportunità e le criticità intravedibili nell'utilizzo del dato Arpa nella valutazione ambientale alla scala locale

### 2.1. Una serie di modelli disponibili per la trattabilità del dato sul tema aria

La stima delle emissioni di inquinanti in atmosfera sta diventando in questi ultimi anni un'esigenza sempre più sentita ai livelli locale e territoriale; infatti, solo attraverso la conoscenza delle principali sorgenti è possibile stabilire su quali fonti sia più efficace agire per il miglioramento effettivo della qualità dell'aria; si tratta quindi di individuare in maniera accurata gli elementi di pressione che nell'insieme generano condizioni di degrado atmosferico, per determinare nel dettaglio lo stato qualitativo di una determinata area.

Tale determinazione e, quindi, il monitoraggio delle concentrazioni in aria avviene mediante l'ausilio di modelli qualitativi che permettono di stimare le concentrazioni aeree di inquinanti in una porzione data di territorio e su un certo intervallo di tempo o su più intervalli consecutivi; i modelli consistono nella riproduzione più o meno complessa dei generatori d'inquinamento atmosferico come la diffusione, il trasporto, le trasformazioni fisico – chimiche e la deposizione secca e umida, che consentono di rappresentarli risolvendo equazioni descrittive dell'evoluzione spazio/temporale della concentrazione di inquinanti immessi in atmosfera.

È indispensabile sottolineare che non esiste un modello unico per definire lo stato qualitativo dell'aria, e semmai si tratta d'individuare un approccio analitico mirato per l'area d'interesse, dove giocano differenti tipologie di modelli, diversissimi per complessità e campi d'applicazione; in generale comunque, per poter funzionare, un modello deve disporre di alcune informazioni in input, quali una schematizzazione fisico – chimico – matematica dei fenomeni di dispersione, trasformazione e deposizione, una caratterizzazione del territorio per orografia, discontinuità terra – mare, rugosità, oltre alla dislocazione, caratteri ed entità delle fonti di emissione e alla descrizione dei venti e della turbolenza atmosferica.



*Schema a blocchi di una catena modellistica per la valutazione, gestione e previsione della qualità dell'aria*

È indispensabile quindi che sussista una completa sinergia tra conoscenza sullo stato della qualità dell'aria e interventi e condizioni che, direttamente o indirettamente, possano modificarlo; in tal senso si effettuano approfondimenti mediante l'uso di particolari modelli che, integrati sinergicamente, concorrono all'ottenimento di un quadro esaustivo della realtà atmosferica analizzata sulla base di una sommaria distinzione delle applicazioni modellistiche per l'approfondimento della tematica aria in due macrocomponenti: i) modelli da applicare nelle aree urbane e a scala locale; ii) modelli da applicare a scala regionale

Vengono di seguito evidenziate, sotto forma di tabelle, le indicazioni tecniche per l'applicazione dei modelli alla scala locale e regionale.

<b>Modelli da applicare nelle aree urban ed a scala locale</b>	
<b>Requisiti generali</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Trattamento processi atmosferici</i>: di trasporto, diffusione e deposizione secca</li> <li>2. <i>Inquinanti</i>: CO, NO<sub>2</sub>, Benzene, frazione primaria di PM<sub>10</sub></li> <li>3. <i>Area di applicazione</i>: aree urbane di piccole dimensioni, porzioni di agglomerati</li> <li>4. <i>Risoluzione</i>: circa 10 x 10 km<sup>2</sup></li> <li>5. <i>Periodo</i>: 1 anno/semestre invernale</li> </ol>
<b>Qualità dei dati</b>	<i>Dm. 2 aprile 2002, n. 60<sup>6</sup> (allegato X)</i> : azoto, materiale particolato e piombo, benzene e monossido di carbonio
<b>Modelli<sup>7</sup></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Elevato n° di sorgenti</i>: airviro, adms – urban, impact,</li> <li>2. <i>Adattabili a caso urbano</i>: calpuff, spray, windimula</li> <li>3. <i>Solo archi stradali</i>: caline – 4</li> </ol>
<b>Dati di ingresso</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Emissioni</i> di inquinanti da sorgenti stradali (lineari), industriali (puntuali) areali (civili diffuse)</li> <li>2. <i>Meteorologia</i> su uno più punti stazione, rielaborata da un preprocessore meteorologico unidimensionale o tridimensionale</li> <li>3. <i>Condizioni</i> iniziali e al contorno da stazioni di qualità dell'aria o da un modello a scala regionale.</li> </ol>

<b>Modelli da applicare a scala regionale</b>	
<b>Requisiti generali</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Trattamento processi atmosferici</i>: trasporto e diffusione, trasformazione fotochimica, deposizioni secche/umide (eventualmente formazione di particolato secondario)</li> <li>2. <i>Inquinanti</i>: ozono, ossidi di azoto, (PM<sub>10</sub>)</li> <li>3. <i>Area di applicazione</i>: tutto il territorio, agglomerati urbani</li> <li>4. <i>Risoluzione</i>: almeno 300 x 300 Km<sup>2</sup></li> <li>5. <i>Periodo</i>: 1 anno/semestre estivo</li> </ol>
<b>Qualità dei dati</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dm. 2 aprile 2002, n. 60 (allegato X)</i>: modellazione del biossido di zolfo, biossido di azoto, materiale particolato.</li> <li>• <i>Direttiva 2002/3/CE (allegato VII)</i>: relativa all'ozono nell'aria</li> </ul>
<b>Modelli</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>con PM<sub>10</sub></i>: camx, chimere, farm, models3 – cmaq</li> <li>2. <i>senza PM<sub>10</sub></i>: calgrid, stem, uamv</li> </ol>
<b>Dati di ingresso</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Emissioni</i> di inquinanti su una griglia regolare alla stessa risoluzione del modello a intervallo orario, tutte le sorgenti, tutte le specie chimiche richieste dal meccanismo chimico del modello</li> <li>2. <i>Meteorologia</i>: campi tridimensionali su tutto il dominio di applicazione del modello provenienti da un modello meteorologico completo o da un preprocessore meteorologico tridimensionale</li> <li>3. <i>Condizioni</i>: iniziali e al contorno da un modello fotochimico a scala superiore</li> </ol>

I contesti normativi dove è richiesto l'uso di modelli per l'analisi sulla qualità dell'aria sono in continuo aumento, al punto da non venire più considerati solo strumenti a utilizzo limitato poiché il processo di conoscenza modellistica sul tema aria è in continua crescita, onde permetterne un uso consapevole e proficuo nei diversi contesti ambientali che ne prevedono l'applicazione; tra i principali riferimenti normativi, si ricorda di seguito:

<sup>6</sup> “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”.

<sup>7</sup> I modelli elencati sono quelli presi in esame dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni. Un elenco più ampio di modelli disponibili e applicabili nelle aree urbane ed extraurbane si trova su: <http://www.sinanet.anpa.it>.

- a. la predisposizione degli studi d'impatto ambientale di opere soggette a Via, ex Dpcm. 27 dicembre 1988<sup>8</sup>, con riferimento all'impatto dell'opera sottoposta a valutazione sull'ambiente atmosferico;
- b. la zonizzazione del territorio regionale per la valutazione e gestione della qualità dell'aria, D.Lgs. 351/1999<sup>9</sup> e Dm. 2 aprile 2002, n. 60<sup>10</sup>;
- c. il monitoraggio della qualità dell'aria a integrazione delle misure ex D.Lgs. 351/1999 e Dm. 2 aprile 2002, n. 60;
- d. la predisposizione di piani e programmi di tutela e risanamento della qualità dell'aria, ex D.Lgs. 351/1999 e Dm. 1 ottobre 2002, n. 261<sup>11</sup>, con riferimento alla valutazione dell'efficacia delle misure di riduzione delle emissioni;
- e. la valutazione ambientale strategica (Vas) ex Direttiva 2001/42/CE<sup>12</sup>, per la valutazione dell'impatto sulla componente atmosfera del piano o programma in valutazione.

Il dibattito scientifico sul tema dell'utilità dei modelli per l'approfondimento della qualità dell'aria è quanto mai aperto e incerto, e non esistono risposte univoche in materia: l'efficacia degli strumenti dipende da una serie di fattori tra cui, i più importanti risultano essere: *i)* la struttura del modello, che dev'essere adeguata ai fenomeni che descrive; *ii)* i dati d'ingresso relativi alle emissioni, alla meteorologia e ai caratteri del territorio; *iii)* il personale tecnico, che dev'essere qualificato per il corretto uso e la giusta interpretazione dei risultati del modello.

In molte realtà, esiste ancora una certa concorrenza tra chi misura e chi usa i modelli, nonostante la complementarietà dei due momenti: è senz'altro vero che le misure siano divenute in genere più precise e accurate, ma riproducono la qualità dell'aria solo per il punto in cui si misura, mediante l'utilizzo di dispositivi di rilevazione, così come è altrettanto vero che i modelli siano in genere meno precisi e accurati, e tuttavia descrivono l'intero campo di concentrazione su tutta l'area di interesse; non a caso la normativa, soprattutto quella più recente, insiste giustamente sulla necessità di accostare in maniera equilibrata le misure ai modelli.

#### 2.1.1. *La spazializzazione alla scala vasta dei dati inerenti la tematica aria*

Il metodo appropriato per trattare il dato della tematica aria prevede la quantificazione diretta, tramite misure, di tutte le emissioni delle diverse tipologie di sorgenti per l'area e il periodo d'interesse; è evidente che questo approccio non è nella pratica utilizzabile in quanto, da un lato, gli inventari in genere riguardano territori estremamente vasti e, dall'altro, alcuni tipi di emissioni per loro stessa natura sono difficilmente quantificabili del tutto con misure, ed è quindi necessario ricorrere a un altro approccio che effettui la stima con modelli di dispersione; le principali fonti per il reperimento di tali informazioni sono rappresentate dagli inventari di emissione, predisposti su scala sia nazionale dall'Apat<sup>13</sup>, sia locale, regionale e provinciale dai corrispondenti enti di competenza.

Quello d'emissione rappresenta generalmente uno dei dati d'ingresso più complessi da ottenere per l'esiguità di inventari locali, disponibili sul territorio nazionale, e per la complessità delle elaborazioni da operare sul dato proveniente dagli inventari, in quanto per lo più non dotato di dettaglio spaziale e temporale tale da essere direttamente fruibile da un modello.

<sup>8</sup> Dpcm. 27 dicembre 1988, recante: "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 10 agosto 1988, n. 377".

<sup>9</sup> D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351: "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente".

<sup>10</sup> Dm. 2 aprile 2002, n. 60: "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".

<sup>11</sup> Dm. 1 ottobre 2002, n. 261: "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351".

<sup>12</sup> Direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 giugno 2001: "Concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente".

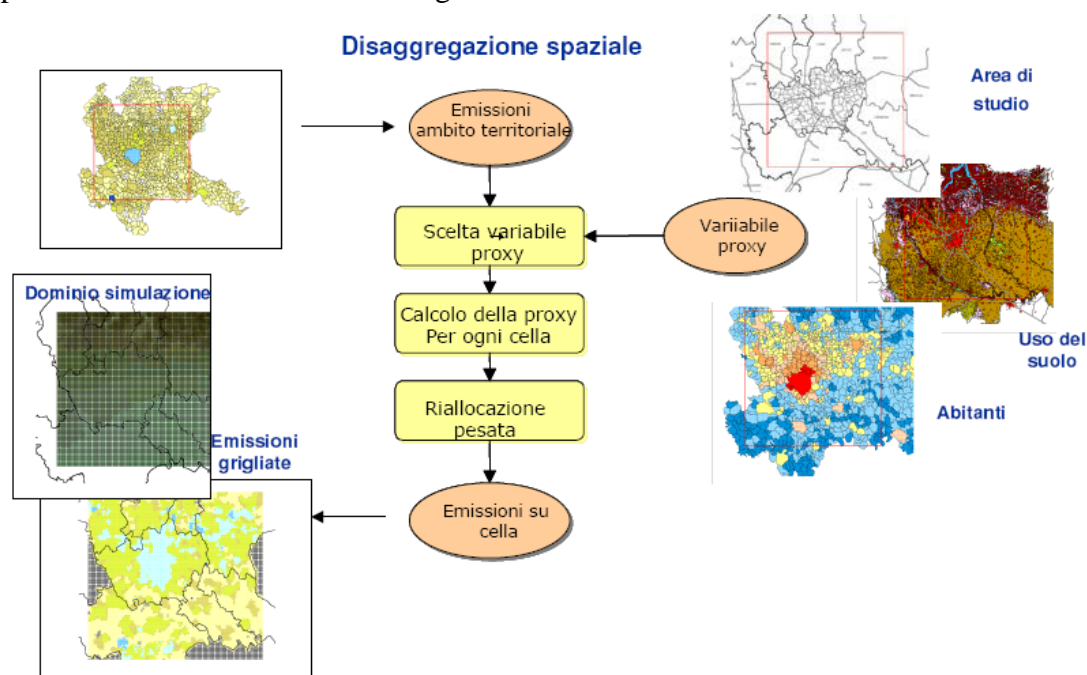
<sup>13</sup> Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici.

Gli inventari di emissione vengono definiti dal Dm. 20 maggio 1991<sup>14</sup> come “una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche”, con la principale finalità di fornire una stima quantitativa della pressione emissiva insistente su un determinato territorio, collocando spazialmente le varie sorgenti presenti per individuare su quali fonti possa essere più efficace o prioritario agire per ridurre sull’intera area o su sue porzioni la formazione dell’inquinante o dei suoi precursori (nel caso d’inquinanti secondari come l’ozono).

Gli inventari di emissione si distinguono in base a diversi parametri: *i)* scala territoriale; *ii)* tipologia di fonti di emissione e attività emissive considerate; *iii)* specie di inquinanti trattate; *iv)* approccio metodologico (top down<sup>15</sup> e bottom up<sup>16</sup>).

Un inventario di emissioni è in grado di fornire generalmente stime di emissioni: *a)* su base annuale; *b)* per inquinanti “tradizionali” (SOX, NOX, CO) e talvolta per il particolato trattato come totale, o al più distinguendo la componente PM10 e per composti organici volatili trattati complessivamente; *c)* totali derivanti da tutte le fonti naturali e antropogeniche e/o o suddivisi per tipo di processo/attività alla base della produzione (traffico, combustione, agricoltura, rifiuti); *d)* totali da tutte le sorgenti o, talvolta, suddivisi per tipologia di sorgenti puntuali e diffuse.

I processori per la predisposizione delle emissioni per i modelli tridimensionali hanno il compito di elaborare le emissioni provenienti dagli inventari secondo la tipologia di informazioni e formato richiesti dal modello; in particolare, devono consentire di effettuare: *i)* l’allocazione spaziale per permettere il passaggio all’ambito territoriale minore su cui è disponibile il dato di emissione (comune) alla cella; *ii)* la disaggregazione temporale per permettere di ricondurre le stime da base annuale a oraria; *iii)* la speciazione per trasformare le informazioni complessive di COV e PTS in specie – gruppo richieste dal modello; *iv)* la ripartizione granulometrica per ricavare le stime di PTS in classi granulometriche secondo le richieste del modello



Schema relativo alla disaggregazione spaziale delle emissioni.

Nel caso di inventari affrontati in un’ottica strettamente di tipo bottom – up come in quelli più vicini ai metodi top – down si pone il problema di partire dai valori areali di emissione, calcolati specificamente o mutuati da altri inventari, da disaggregare su aree territoriali inferiori; al proposito, per esigenze modellistiche può essere necessario disporre di una ripartizione geografica di elevata risoluzione (dove le celle del reticolo siano

<sup>14</sup> Dm. 20 maggio 1991: “*Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell’aria*”.

<sup>15</sup> Approccio che parte da una scala spaziale vasta, come quella nazionale, e discende a livelli inferiori, regioni/province/comuni, utilizzando specifiche variabili di disaggregazione, dette variabili proxy o surrogato.

<sup>16</sup> Indagine condotta attraverso l’analisi delle singole sorgenti mediante acquisizione di informazioni dettagliate sugli indicatori di attività, sui processi e le tecnologie e sulle emissioni. Approccio che viene utilizzato per analisi alla scala urbana.

almeno di 1 km x 1 km) e di profili temporali medi (per esempio il fattore di carico medio giornaliero o mensile di una centrale termoelettrica, o la curva del fattore di utilizzo di un impianto industriale; per i trasporti si devono valutare i flussi di traffico medi stagionali, mensili, settimanali, feriali, semifestivi e festivi per ciascun tratto considerato nell'area di simulazione e in quella di contorno; per le emissioni biogeniche si deve tenere conto dei cicli metabolici e vegetativi circadiani e stagionali); se si vogliono applicare modelli di dispersione di inquinanti in atmosfera è pertanto necessario stimare le emissioni su scale spaziali e temporali ristrette<sup>17</sup> ed è, quindi, necessario disaggregare le emissioni inventariate nella dimensione spaziale e temporale.

La struttura della modellistica degli approfondimenti sulla tematica aria dev'essere quindi organizzata in maniera tale da considerare le tre principali componenti, che in complesso contribuiscono alla definizione delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera, in quanto input per i modelli di dispersione: i) la *componente emissiva*, generalmente predisposta a partire dagli inventari regionali su base comunale<sup>18</sup>, dall'inventario nazionale, realizzato da Apat, con produzione di dati su base provinciale e mediante dati Emep<sup>19</sup> per porzioni di territorio extranazionali; ii) la *componente relativa alle condizioni iniziali e al contorno*, sviluppata a partire dai dati disponibili negli archivi storici di qualità dell'aria e con informazioni provenienti da modelli di dispersione applicati a scala continentale (i risultati ottenuti in specifiche campagne di misura concorrono a definire lo stato iniziale del sistema, mentre i flussi di massa tra il dominio considerato e le aree circostanti definiscono le condizioni al contorno; iii) la *componente topografica e meteorologica*<sup>20</sup>, generalmente ricostruita con l'ausilio del modello *Minerve*<sup>21</sup> a partire dai dati delle osservazioni della rete meteo regionale, acquisendo le misure delle stazioni appartenenti al Global Telecommunication System (GTS) e le elaborazioni della modellistica numerica dell'*Ecmwf*<sup>22</sup>, mentre le grandezze di scala del *Pbl*<sup>23</sup>, i coefficienti di diffusione e le velocità di deposizione per le specie chimiche modellizzate vengono prodotte dal processore *Surfpro*<sup>24</sup>, a partire dai campi tridimensionali ad alta risoluzione di *Minerve* e dai dati orografici e di uso del suolo.

L'analisi delle tre differenti componenti fornisce gli input necessari per definire le concentrazioni e deposizioni delle sostanze inquinanti, dedotte attraverso il modello *Farm*<sup>25</sup>, un modello euleriano tridimensionale che tratta il trasporto, l'evoluzione chimica e la deposizione degli inquinanti atmosferici; al termine delle modellizzazioni, devono essere elaborati i campi simulati per consentire l'applicazione di specifiche procedure di calcolo delle aggregazioni e indicatori previsti dalla normativa (i calcoli solitamente vengono effettuati sui valori di concentrazione media oraria al suolo, ed eventualmente aggregati su intervalli temporali più estesi per la valutazione di indicatori di legge con base temporale diversa da quella della simulazione).

### 2.1.2. Lo studio modellistico di Arpa Lombardia per la distribuzione del PM10

La Regione Lombardia ha promosso negli ultimi anni una serie di ricerche volte a una miglior comprensione dei fenomeni dell'inquinamento atmosferico e delle sue cause; in tale ambito s'inserisce lo studio della modellistica sulle concentrazioni e distribuzioni del PM10 nel territorio lombardo, i cui obiettivi consistono nella realizzazione e applicazione di modelli che ricostruiscano i livelli di PM10 e dei principali inquinanti primari e secondari nello spazio regionale.

<sup>17</sup> Tipicamente emissioni orarie su un reticolo chilometrico di passo dell'ordine di qualche chilometro.

<sup>18</sup> Per Regione Lombardia l'inventario utilizzato è *Inemar*.

<sup>19</sup> Environmental Monitoring European Program – *Emep*.

<sup>20</sup> Le tre categorie concorrono a fornire gli input necessari alla definizione delle concentrazioni e deposizioni degli inquinanti.

<sup>21</sup> Modello diagnostico di tipo *Mass Consistent*, ricostruisce i campi in maniera tridimensionale per vento e temperatura a partire da osservazioni al suolo e in quota, orografia e rugosità superficiale.

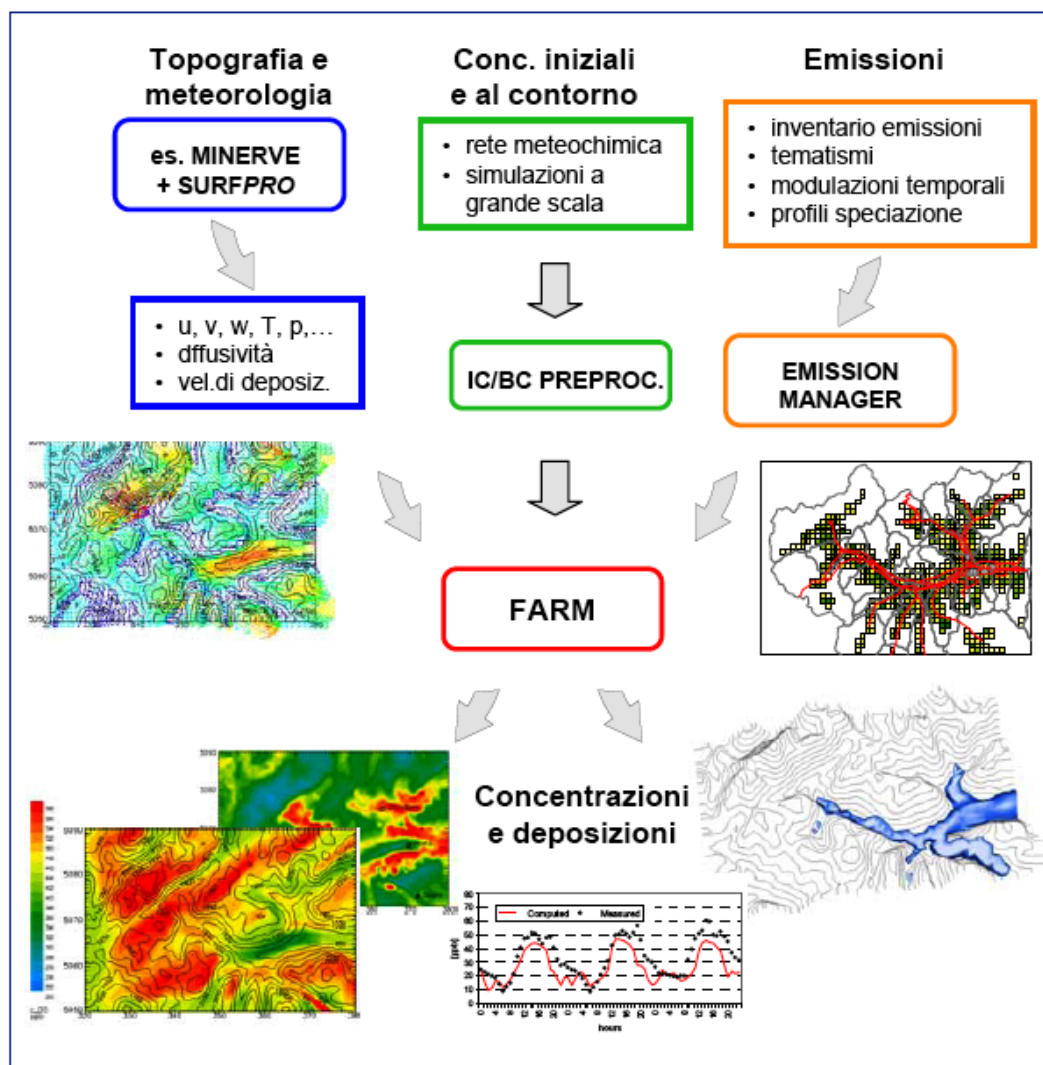
<sup>22</sup> *Ecmwf* – European Centre for Medium Range Weather Forecast.

<sup>23</sup> Planetary Boundary Layer.

<sup>24</sup> Processore meteorologico diagnostico, ricostruisce i parametri di scala della turbolenza atmosferica, delle classi di stabilità e altezza di rimescolamento a partire dai campi di vento, temperatura e caratteri della superficie.

<sup>25</sup> *Flexible Atmospheric Regional Model*, Ariamet, 2004, derivato da *Stem*, University of Iowa.





*Sintesi degli input da fornire al modello Farm per l'analisi delle concentrazioni e deposizioni delle sostanze inquinanti in atmosfera*

Il sistema modellistico atmosferico utilizza i seguenti input: *i*) dati storici sperimentali meteorologici e di qualità dell'aria presenti nel database regionale della qualità dell'aria; *ii*) profili termodinamici misurati dalla stazione Milano – Linate e dedotti dai campi di analisi prodotti da Ecmwf; *iii*) inventario regionale delle emissioni *Inemar* e informazioni cartografiche sul territorio regionale (anche dati del Sit regionale).

Il sistema è stato applicato su un territorio comprendente le aree critiche di Milano/Como/Sempione, considerando un tipico episodio di inquinamento invernale<sup>26</sup>.

<i>BancaDati</i>	<i>Tematica</i>	<i>Contenuti</i>	<i>Input</i>
<i>Inemar</i>	Emissioni	Tematismi Modulazioni temporali Profili speciazione	Emissioni puntuali Emissioni diffuse
<i>Cartografia</i>	Meteorologia	Topografia Uso del suolo Misure meteorologiche	Campi meteorologici Parametri turbolenza Deposizione secca
<i>Archivio dati rete regionale</i>	Concentrazioni iniziali e al contorno	Simulazione a grande scala Misure chimiche	Concentrazioni iniziali Concentrazioni al contorno

*Banche dati, tematiche e input utilizzati dal sistema modellistico.*

<sup>26</sup> Sono stati presi in considerazione i giorni dal 17 al 23 dicembre dell'anno 2001.

Il modulo relativo alle emissioni individua le emissioni puntuali e diffuse che insistono sul territorio regionale, fornite dall'inventario *Inemar* 2001<sup>27</sup> contenente le emissioni annuali, a livello comunale, relative ad alcuni inquinanti come il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e di zolfo (SO<sub>x</sub>), i composti organici volatili non metanici NMVOC, l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>), il particolato atmosferico (PM<sub>10</sub>), e alle diverse attività quali il riscaldamento, il traffico, l'agricoltura, l'industria, secondo la classificazione *Corinair*<sup>28</sup> e il tipo di combustibile; le informazioni cartografiche vengono utilizzate per disaggregare nello spazio le emissioni diffuse presenti nell'inventario e, per tutte le sorgenti puntuali e diffuse, il sistema provvede: i) alla disaggregazione temporale delle emissioni annuali, utilizzando modulazioni mensili, giornaliere e orarie; ii) alla speciazione dei NMVOC nelle classi di composti organici, considerati dal meccanismo chimico inserito nel modello di dispersione e – per la considerazione del PM<sub>10</sub> – alla disaggregazione nelle classi dimensionali e specie chimiche considerate dal modulo di aerosol.

L'elevata copertura garantita dalle stazioni meteorologiche presenti nel territorio regionale consente di utilizzare, in una prima fase, modelli di tipo diagnostico per mettere a punto i campi orari tridimensionali di vento (intensità e direzione), temperatura e umidità relativa considerati dal modello di dispersione *Farm*; tali informazioni sono attualmente prodotte dal modello diagnostico *Minerve*<sup>29</sup>, che offre le condizioni di partenza dei campi meteorologici e le informazioni relative all'uso del suolo; viene successivamente utilizzato il modulo *Surfpro*, per stimare i parametri di scala del PBL, oltre alla diffusività e velocità di deposizione secca, associate alle diverse specie chimiche considerate dal modello di dispersione.

Il modulo delle condizioni iniziali e al contorno viene predisposto utilizzando i dati disponibili nell'archivio storico di qualità dell'aria e l'informazione proveniente da modelli di dispersione applicati a scale continentali; i risultati ottenuti con specifiche campagne di misura concorrono a definire le condizioni iniziali del sistema e quelle al contorno (flussi di massa tra il dominio considerato e le aree circostanti); una volta definiti i tre temi (emissioni, meteorologia e condizioni iniziali/al contorno), viene elaborato un sottosistema per simulare la dispersione e la chimica degli inquinanti, anch'esso basato sul modello euleriano tridimensionale di trasporto e chimica atmosferica *Farm*.

<b>Tabella riepilogativa degli input necessari per il modello <i>Farm</i></b>	
<b>Struttura/sistema</b>	<b>Input</b>
Rete meteo regionale, Radio sondaggi di Milano Linate	Direzione e velocità del vento, temperatura e radiazione globale, umidità relativa e vapore acqueo, piovosità
Modello <i>Minerve</i>	Topografia e campi meteorologici bi – e tri – dimensionali orari, campi tridimensionali di temperatura e vento, campi 3D di pressione (opzionali), campi orari bi – dimensionali di precipitazione
Modello <i>SurfPro</i>	Campi orari 3D dei coefficienti di diffusività turbolenta orizzontali e verticali, campi orari 2D delle velocità di deposizione secca per le diverse specie chimiche
BD Regionale, <i>Inemar</i> ( <i>Arianet</i> 2004)	Emissioni diffuse e puntuali su base oraria, condizioni iniziali, condizioni al contorno
Software FCM <sup>30</sup>	Parametri cinetici relativi al meccanismo chimico gassoso

*Insieme degli input per il modello di dispersione e deposizione degli inquinanti  
Farm (Flexible Atmospheric Regional Model), Arianet, 2004.*

La versione *Farm*, messa a punto e distribuita da *Arianet*, è caratterizzata da un'ingegnerizzazione ed estensione del codice *Stem II*<sup>31</sup> in una suite modellistica completa, che include l'interfacciamento con codici meteorologici diagnostici e prognostici, con un sistema di gestione delle emissioni e delle condizioni al contorno e con tools di post – processing e di visualizzazione/animazione bi e tri – dimensionale.

<sup>27</sup> Per lo studio del sistema modellistico è stato utilizzato *Inemar* 2001 in quanto non v'erano ancora le banche dati *Inemar* 2003 e 2005.

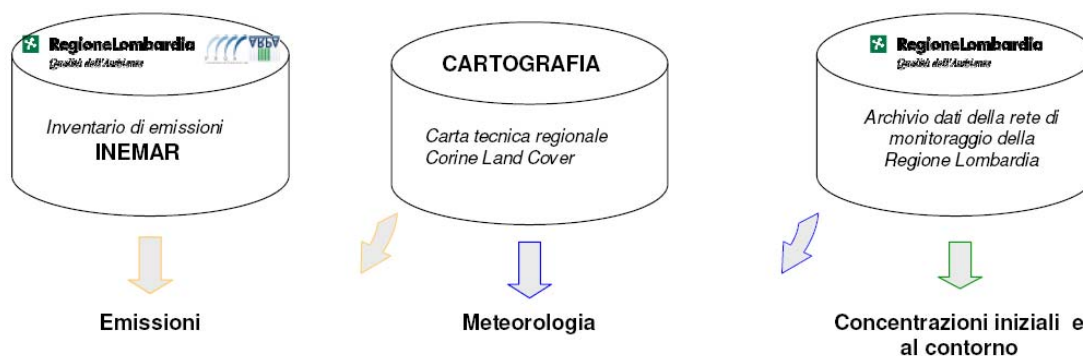
<sup>28</sup> Nell'ambito del progetto europeo *Corinair* è stata adottata una nomenclatura unica ed uguale per tutti i tipi di sorgenti, detta *Snap* (Selected Nomenclature for Air Pollution), giunta alla sua ultima revisione nel 1997 e pertanto denominata *Snap97*.

<sup>29</sup> Edf – Aria Technologies.

<sup>30</sup> Kumar *et al.*, Flexible Chemical Mechanism, 1995.

<sup>31</sup> Modello di trasporto, trasformazione chimica e deposizione di inquinanti aeriformi *Stem – II* (Carmichael *et al.*, 1991).





Interfacciamento database regionali e sistema modellistico

*Farm* è basato su un insieme di equazioni espressive dell'evoluzione nel tempo del bilancio di massa per ogni specie chimica, della forma:

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = -u \frac{\partial c_i}{\partial x} - v \frac{\partial c_i}{\partial y} - w \frac{\partial c_i}{\partial z} + K_x \frac{\partial^2 c_i}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 c_i}{\partial y^2} + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial c_i}{\partial z} \right) + S_i + C_i + R_i$$

dove:  $c_i$  = concentrazione della specie *i*-esima;  $u, v, w$  = componenti del vettore vento nelle direzioni  $x, y, z$ ;  $K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}$  = componenti diagonali del tensore di diffusività turbolenta,  $S_i$  = termine di sorgente associato alle emissioni;  $C_i$  = termine associato alle reazioni chimiche nella fase gassosa;  $R_i$  = termine di rimozione associato ai processi di deposizione, secca e umida.

L'integrazione numerica di tale sistema di equazioni viene effettuata mediante una tecnica di *operator splitting*, consistente nel risolvere un problema  $n$  – dimensionale applicando una sequenza di  $n$  operatori mono-dimensionali; quella adottata in *Farm* è la seguente:

$$c_i(\mathbf{x}, t + \Delta t) = L_x(\Delta t) L_y(\Delta t) L_z(\Delta t) L_c(\Delta t) c_i(\mathbf{x}, t)$$

dove:  $\Delta t$  = passo temporale di avvezione;  $L_x, L_y$  = operatori di trasporto e diffusione orizzontali nelle direzioni  $x$  ed  $y$ ;  $L_z$  = operatore verticale che tiene conto dei processi di trasporto, diffusione, emissione e rimozione dovuta alle deposizioni per via secca e umida;  $L_c$  = operatore chimico associato alle reazioni chimiche nella fase omogenea gassosa.

Nel codice sono attualmente implementati operatori di *trasporto – diffusione* originariamente adottati dal modello *Calgrid*<sup>32</sup>, e il codice può utilizzare due sistemi di coordinate orizzontali, Utm e stereografiche polari, con un sistema di coordinate verticali di tipo “*terrain – following*” a spaziatura variabile; nel sistema la coordinata verticale  $Z$  viene espressa come:

$$Z(x, y) = z - h(x, y),$$

dove:  $z$  = quota assoluta sul livello del mare;  $h(x, y)$  = quota del terreno sul livello del mare.

Le emissioni considerate dal codice sono di tipo sia diffuso sia puntuale:

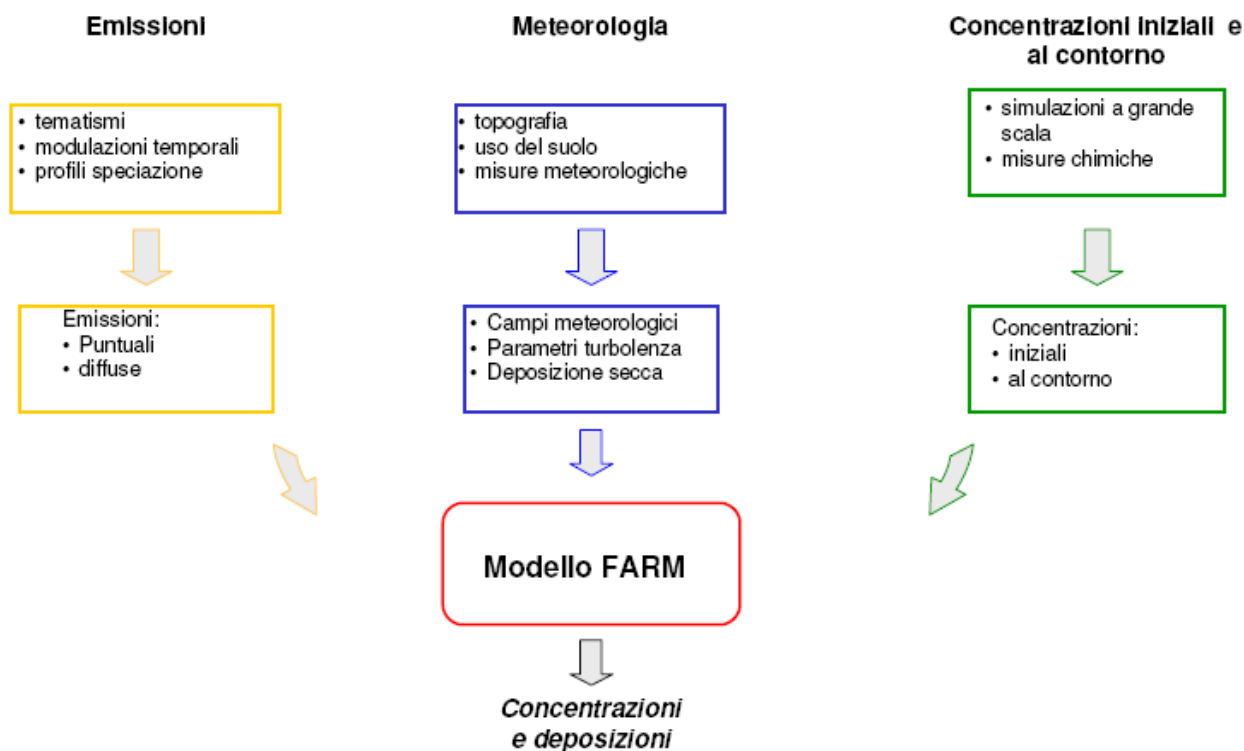
- le emissioni diffuse vengono allocate nei livelli verticali in prossimità del suolo, sulla base di una distribuzione di massa prefissabile dall'utente;
- per quelle puntuali viene invece calcolato il sovra – innalzamento del pennacchio sulla base delle condizioni meteorologiche locali, e l'emissione viene successivamente iniettata nelle celle del reticolo di calcolo in tal modo interessate.

*Farm* può essere configurato con diversi meccanismi chimici in fase gassosa, rispetto alle esigenze della utenza e del particolare problema trattato; sono schemi implementati mediante il software *Fcm*<sup>33</sup> e inseriti nel

<sup>32</sup> Modello Euleriano a griglia, specifico per gli inquinanti fotochimici. La sua configurazione costituisce un valido strumento di studio delle problematiche legate all'ozono troposferico, in primo luogo per valutare l'efficacia di eventuali strategie di riduzione delle emissioni inquinanti. Yamartino *et al.*, 1992.

<sup>33</sup> Come indicato nella tabella “*Insieme degli input per il modello di dispersione e deposizione degli inquinanti, Farm*”.

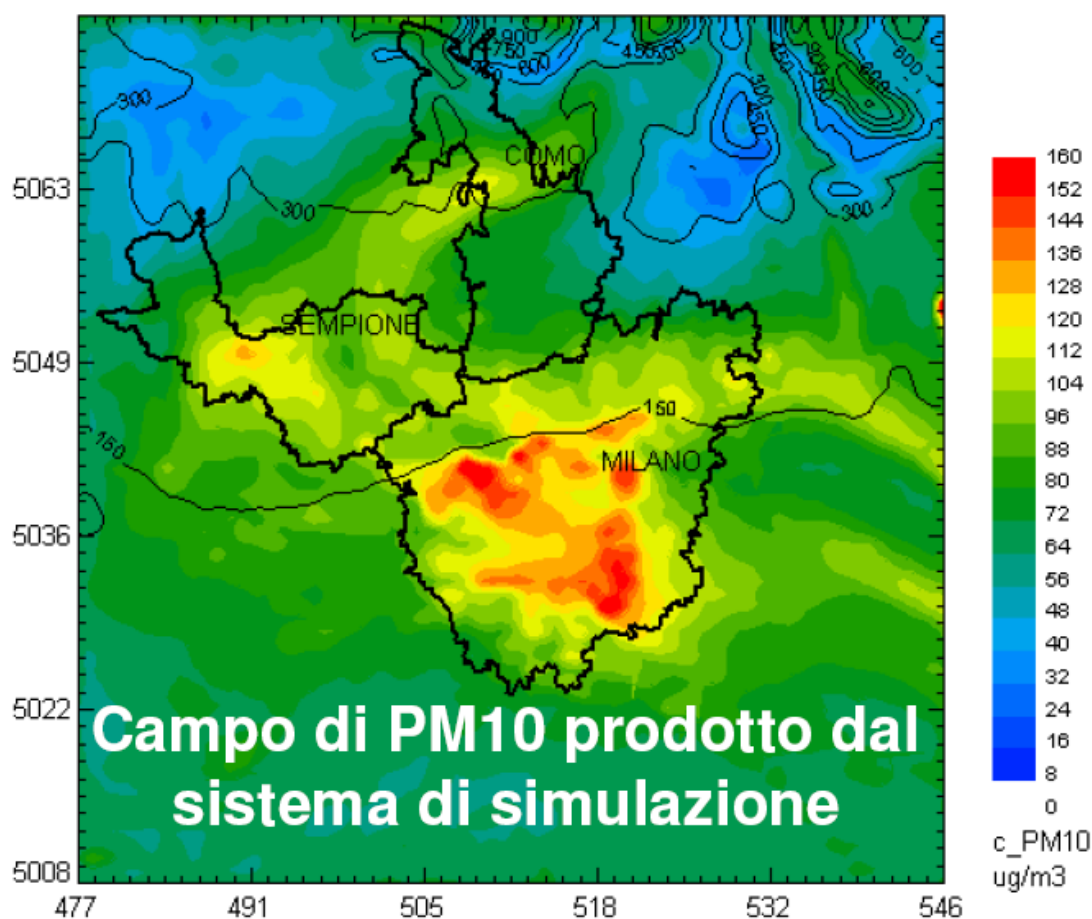
modello *Farm*, con un'impostazione che consente di modificare, aggiornare, ampliare un generico meccanismo chimico riducendo il più possibile la possibilità d'errare nella fase della realizzazione informatica.



*Schema relativo alla preparazione dei dati di ingresso al modello fotochimico e all'esecuzione del modello;  
analisi dei risultati forniti dal modello*

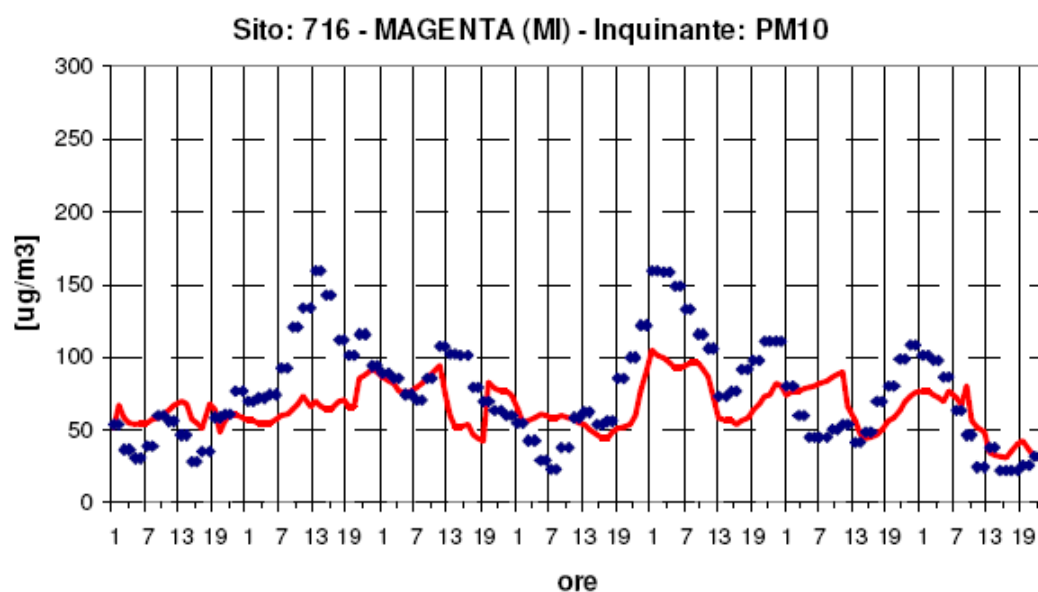
I dati output generati dal modello *Farm* riguardano informazioni riassuntive sul progresso della simulazione, e per ogni singola cella di calcolo contengono:

- la sequenza di campi bi o tri – dimensionali orari di concentrazione in fase gassosa e aerosol per un insieme di specie chimiche selezionato dall'utente;
- la sequenza di campi bidimensionali orari relativi ai flussi di deposizione secca per un insieme di specie chimiche selezionate dall'utente;
- la sequenza di campi bidimensionali orari, relativi ai flussi di deposizione umida, per un insieme di specie chimiche selezionate dall'utente;
- i bilanci di massa per un insieme di specie chimiche selezionate dall'utente, in un file Ascii;
- i file per l'eventuale restart della simulazione.

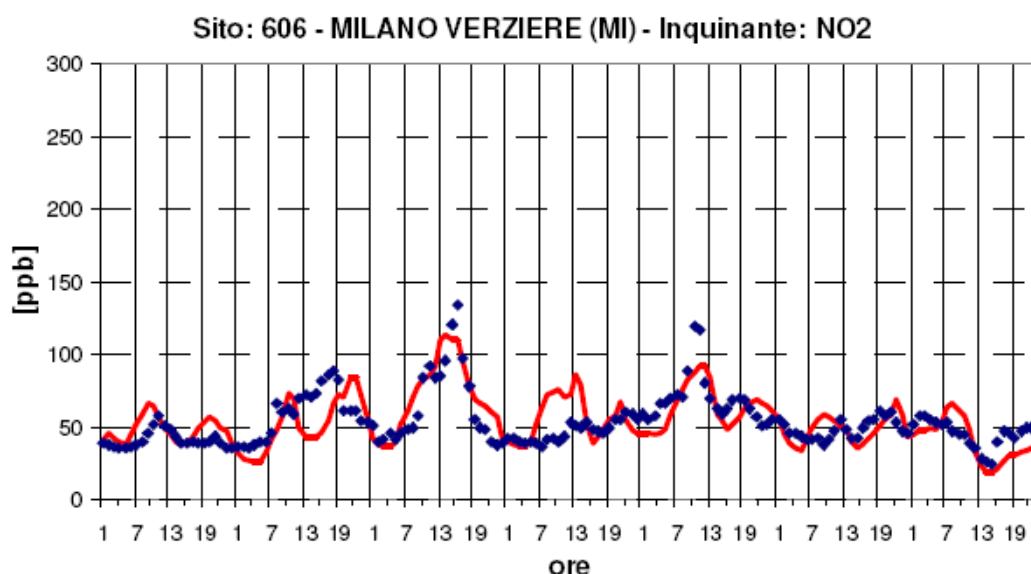


Concentrazioni di PM10 nell'area Milano – Como – Sempione. Campo al suolo di PM10 prodotto dal sistema di simulazione alle ore 10 di un giorno ferial

Dunque, col modello euleriano *Farm* a griglia per dispersione, trasformazione e deposizione di inquinanti reattivi<sup>34</sup>, s'effettuano: *i)* studi di caso; *ii)* ricostruzione di episodi e indagini sui meccanismi di formazione e accumulo degli inquinanti; *iii)* analisi di scenari degli effetti di politiche regionali di abbattimento delle emissioni; *iv)* previsione di inquinanti su bacini complessi, alimentata da modelli meteorologici prognostici.



<sup>34</sup> S'intendono inquinanti fotochimici (O3) e particolati (PTS).



*Estratto della riproduzione del sistema di simulazione per gli inquinanti PM10, sito di Milano Magenta (in alto) e NO<sub>2</sub> sito di Milano Verziere (in basso); col rosso sono rappresentati i valori calcolati e col blu i valori misurati*

## 2.2. La redazione di un inventario locale georeferenziato delle emissioni

L'attenzione verso la qualità dell'ambiente atmosferico sta diventando in questi ultimi anni un'esigenza sempre più sentita, e sono in continua evoluzione sia gli strumenti per l'esame del fenomeno, sia gli stimoli normativi per governare l'inquinamento atmosferico; in quest'ottica, le tecniche di modellazione rappresentano un valido aiuto per valutare la qualità dell'aria, e rappresentano un rilevante strumento per la costruzione di piani e programmi di miglioramento e mantenimento qualitativo dell'aria.

Lo strumento di piano per intervenire sulle cause ed effetti di qualità dell'aria<sup>35</sup> è passato, da un'accezione più legata al risanamento delle aree inquinate, a una considerazione più ampia della tutela dove, in parallelo al risanamento, vanno assunte misure che mantengano livelli qualitativi elevati; risultando le Regioni il soggetto competente per la redazione e l'applicazione degli strumenti di programmazione, coordinamento e controllo dell'aria, la governabilità del fenomeno e il quadro analitico d'indagine assumono un taglio prevalente alla scala vasta (regionale) e, in alcune occasioni, territoriale (provinciale); tuttavia con l'introduzione, nella prassi urbanistica, degli strumenti di valutazione sui piani e programmi, il tema della qualità dell'aria assume connotazioni tipicamente urbane, la scala d'indagine necessita di una buona riduzione, occorre passare dalla dimensione regionale a quella locale e, dunque, l'approccio analitico dev'essere calibrato all'area comunale e caratterizzato da un adeguato livello di dettaglio.

Diviene di conseguenza indispensabile ricercare nuovi metodi di calcolo, di analisi e di rilievo dei dati, da usare per le amministrazioni locali chiamate a valutare, nel governo del territorio, i "possibili effetti significativi"<sup>36</sup> che il piano potrebbe avere sul sistema ambientale, del quale fa parte anche la componente atmosferica, e in quest'ottica s'inquadra un'indagine di Arpa Lombardia per un comune dell'hinterland milanese<sup>37</sup>,

<sup>35</sup> La disciplina dell'inquinamento atmosferico è contenuta nel Dpr. 24 maggio 1988, n. 203, emanato in attuazione di quattro direttive comunitarie in materia di qualità dell'aria e di inquinamento; all'articolo 4 del Dpr. vengono espressi i compiti attribuiti alle regioni, tra cui la formulazione dei piani di rilevamento, prevenzione, conservazione e risanamento del proprio territorio (piani che, secondo il Dm. 1 ottobre 2002, n. 261, rappresentano lo strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle attività antropiche con emissione in atmosfera).

<sup>36</sup> Lett. f), allegato I della direttiva 2001/42/CE, per cui devono essere fornite informazioni in merito ai "possibili effetti significativi sull'ambiente, compresi aspetti quali la biodiversità, la popolazione, la salute umana, la flora e la fauna, il suolo, l'acqua, l'aria, i fattori climatici, i beni materiali, il patrimonio culturale, anche architettonico e archeologico, il paesaggio e l'interrelazione tra i suddetti fattori".

<sup>37</sup> L'elaborato realizzato da Arpa Lombardia in collaborazione con Provincia di Milano e Regione Lombardia concerne: "Indagine conoscitiva sull'inquinamento atmosferico nel comune di Ceriano Laghetto", 1999.

con l'obiettivo di individuare un metodo in grado di fornire criteri oggettivi per una pianificazione territoriale rispettosa della qualità dell'aria.

Definendo l'inquinamento come *“il rilascio in atmosfera di gas o particelle che causano un'alterazione delle condizioni chimico fisiche dell'ambiente tale da arrecare un danno all'uomo, agli ecosistemi e, attraverso fenomeni di corrosione e deterioramento, ai materiali esposti all'atmosfera”*<sup>38</sup>, per migliorare la dimensione qualitativa dell'aria è indispensabile: i) rendere sempre più accurate le informazioni sulla provenienza e tipologia delle sostanze inquinanti aerodisperse attraverso la redazione di inventari<sup>39</sup> adeguati; ii) attuare interventi che consentano di ridurre sensibilmente le emissioni, possibilmente agendo su più fonti; in questo senso, l'indagine conoscitiva sull'inquinamento atmosferico per il comune di Ceriano Laghetto è stata condotta con l'ausilio di speciali modelli matematici, nell'intenzione di definire ogni singolo fattore di pressione<sup>40</sup> presente sul territorio comunale; le fonti emissive trattate nell'ambito del lavoro sono state le seguenti: a) traffico stradale; b) riscaldamento degli edifici residenziali; c) riscaldamento degli edifici adibiti alle attività commerciali e al terziario; d) comparto industriale; e) emissioni diffuse di composti organici volatili relative al comparto industriale e domestico; f) fonti biogeniche; g) allevamento di bestiame.

<b>Caratteristiche generali dell'area di studio (comune di Ceriano Laghetto)</b>	
Superficie comunale	707 Km <sup>2</sup>
Abitanti al 1995	5.221
Struttura urbanistica	Centro abitato compatto e omogeneo. Presenza di altri insediamenti minori a carattere abitativo o produttivo inseriti nel contesto del Parco delle Groane o nella zona agricola. Centro storico attraversato dalle provinciali 133 e 134.
Condizioni climatiche	Continentali: inverni rigidi e con presenza di nebbia, estati calde – afose, stagioni intermedie con tempo variabile.
Orografia	L'area studio è completamente piana e non presenta alcun rilievo importante <sup>41</sup> .
Regimi anemologici	La presenza delle catene montuose che circondano la Valpadana su tre lati fa sì che i regimi anemologici in area siano generalmente di scarsa importanza, con prevalenza di calma di vento nella stagione invernale e di deboli regimi di brezza d'estate (da sud verso nord di giorno, e viceversa di notte). Qualche episodio di föhn determina episodici rimescolamenti dei bassi strati atmosferici con venti più intensi della media.

*Informazioni di carattere generale sull'area studio, comune di Ceriano Laghetto, situato all'estremità nord della provincia di Milano, al confine con la provincia di Varese*

Le differenti fonti considerate nella redazione dell'inventario locale delle emissioni sono state approfondite in maniera diversa, a seconda dell'entità del contributo emissivo incidente sul territorio comunale; tra le fonti considerate, quella più incidente sul territorio comunale di Ceriano risulta il traffico veicolare, per cui sono stati utilizzati due differenti approcci metodologici<sup>42</sup> ai quali è stato dedicato un approfondimento a parte nel successivo paragrafo del presente Rapporto ambientale della Vas del Pgt di Giussano, considerando altre fonti<sup>43</sup>, diverse dal traffico veicolare e seguendo impostazioni diverse rispetto al tipo di fonte considerata, per stimare e rappresentare le emissioni annuali prodotte da ogni sorgente.

<sup>38</sup> Definizione tratta dal vocabolario della lingua italiana *Lo Zingarelli 2004* (Zanichelli).

<sup>39</sup> Per inventario delle emissioni, secondo il Dm. 20 maggio 1991, appendice A, s'intende *“una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche”*.

<sup>40</sup> Le pressioni sono rappresentate dalle diverse fonti di emissione presenti sul territorio (traffico, riscaldamento, industrie, ecc).

<sup>41</sup> Da questo punto di vista l'applicazione degli strumenti modellistici non ha comportato particolari difficoltà.

<sup>42</sup> Gli approcci metodologici utilizzati per le emissioni da traffico veicolare sono stati approfonditi nel successivo paragrafo di questo documento: 2.2.1., *Il contributo emissivo prodotto dal traffico veicolare*.

<sup>43</sup> Riscaldamento degli edifici residenziali e adibiti alle attività commerciali e al terziario; comparto industriale; emissioni diffuse di composti organici volatili relative al comparto sia industriale sia domestico; fonti biogeniche; allevamento di bestiame.

Il metodo di calcolo adottato nella redazione dell'inventario locale delle emissioni ha assunto un approccio di tipo *bottom – up*<sup>44</sup> che ha permesso, a seconda della disponibilità dei dati, di considerare per ogni singola fonte il maggior numero possibile di inquinanti; nel seguito, dunque, si colloca una sintesi delle ipotesi di lavoro e del metodo di calcolo adottato nello studio delle diverse sorgenti.

<b>Sintesi dell'analisi svolta sulle fonti diverse da traffico veicolare</b>						
<i>Tipo di fonte emissiva</i> <i>Fattori considerati</i>	<b>Riscaldamento degli edifici residenziali</b>	<b>Riscaldamento degli edifici commerciali e del terziario</b>	<b>Emissioni del comparto industriale</b>	<b>Emissioni diffuse</b>	<b>Allevamento bestiame</b>	<b>Emissioni biogeniche</b>
<i>Ipotesi di lavoro</i>	Vengono calcolate le emissioni relative a ogni sezione censuaria <sup>45</sup> . Per nuovi fabbricati la volumetria incrementata per sezione censuaria è riferita al PRG. Per il calcolo delle emissioni è stato utilizzato un algoritmo di calcolo implementato dall'U.O. fisica del P.M.I.P.	Vengono calcolate le emissioni relative ad ogni sezione censuaria. Successivamente il dato di emissione comunale viene disaggregato sul territorio in maniera proporzionale alla superficie edificata appartenente a ciascuna cella del reticolo di calcolo. <sup>46</sup>	Le emissioni sono state calcolate seguendo due fasi distinte: Descrizione puntuale delle emissioni di cui sono state reperite sufficienti informazioni; Completamento dati di emissione dovute al comparto industriale con metodologia complessa <sup>47</sup>	Le emissioni sono state calcolate seguendo il lavoro descritto in Mortarino <i>et al.</i> , 1998. Per le emissioni diffuse di solventi e composti organici <sup>48</sup> si è ricorso alle stime condotte a livello nazionale <sup>49</sup> per il progetto <i>Corinair</i> '90.	Vengono considerate le emissioni derivanti dagli allevamenti animali sul territorio comunale. Il calcolo è stato condotto sulla base dei dati del Censimento agricoltura (Istat 1991) e adottando i fattori di emissione contenuti in EMEP <sup>50</sup>	Calcolo delle emissioni mediante modello. <sup>51</sup> basato su algoritmo "Tingey", permette di stimare le emissioni dovute alle specie vegetative, suddivise in 6 classi (decidue <sup>52</sup> , conifere, prato/pascolo seminativo)
<i>Metodologia</i>	Si basa sui dati del censimento <i>Istat</i> della pop. e delle abitazioni, con elaborazioni a livello di sezione censuaria.	Il calcolo è stato condotto sulla base dei dati <i>Istat</i> del 1991 e della più recente classificazione ASPO <sup>53</sup>	Utilizzo dei fattori di emissione forniti da <i>Corinair</i> applicati ai consumi del comparto industriale. <sup>54</sup>	I dati ottenuti sono stati disaggregati a livello comunale ricorrendo ai dati ASPO (occupazione).	Incrocio tra dati censimento agricoltura (indicatore comunale) e fattori di emissione EMEP.	Le sostanze trattate sono state raggruppate in un'unica classe, dei COV non metanici.
<i>Reperimento dati</i>	Informazioni per sezione censuaria su: caratteristiche dell'edificio, sup. abitata, tipo di combustibile per il riscaldamento, anno di costruzione Dati di temp. esterna Fattore di emissione per tipo di impianto Coefficiente di di-	Informazioni per sezione censuaria su: caratteristiche dell'edificio, superficie, tipo di combustibile per il riscaldamento, anno di costruzione Dati di temp. esterna Fattore di emissione per tipo di impianto Coefficiente di di-	Emissioni Consumi di combustibili Dislocazione geografica dei punti emissivi (questi dati sono stati reperiti dal comune solamente per alcune aziende, sono dunque legati al	Emissioni diffuse di solventi e composti organici da processi industriali (stime ENEA) Emissioni diffuse per uso domestico di solventi e prodotti affini ( <i>Corinair</i> ).	Dati del censimento agricoltura <i>Istat</i> 1991 Dati contenuti nella EMAP/ <i>Corinair</i> , 1996.	Fattore di emissione(mg/g*h) Fattore di biomassa(g/m²) (fonte dati per decidue e conifere, <i>Corinair</i> [Enea – Techne, 1989], per prato e pascolo, "fattori [Lamb, 1987] per seminativo valori

<sup>44</sup> Indagine condotta attraverso l'analisi delle singole sorgenti mediante acquisizione di informazioni dettagliate sulle emissioni, sui processi e le tecnologie e sugli indicatori di attività (approccio utilizzato per analisi alla scala locale).

<sup>45</sup> Il calcolo delle emissioni da impianti di riscaldamento in edifici residenziali è stato svolto per sez. censuaria (15 sezioni per il comune di Ceriano Laghetto). I risultati ottenuti sono stati successivamente disaggregati sul grigliato base per la sovrapposizione finale dei diversi "strati" di emissione, dedotti da ogni singola sorgente.

<sup>46</sup> La disaggregazione è stata effettuata mediante Gis applicato ai dati della Carta tecnica regionale (Sit regionale).

<sup>47</sup> Confronta [Mortarino e altri, 1998].

<sup>48</sup> In riferimento ai composti organici derivanti da processi industriali.

<sup>49</sup> Stime condotte dall'Enea (Ente per le Nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente).

<sup>50</sup> EmeP/Corinair Atmospheric Emission Inventory Guidebook (Environmental European Agency, 1996).

<sup>51</sup> Modello realizzato presso la U.O. Fisica del P.M.I.P. nell'ambito di un progetto per uno studio modellistico sulla Valtellina [Angelino e altri, 1997].

<sup>52</sup> Possono essere ad alta emissione di isoprene (Quercus, Platanus, Populus, Salix), o non emettrici di isoprene (tutte le altre essenze decidue).

<sup>53</sup> Archivio statistico provinciale dell'occupazione.

<sup>54</sup> Vengono riportati nel BER (Bilancio Energetico Regionale).



	spersione termica Quantità e distribuzione spaziale della volumetria riscaldata su territorio comunale	spersione termica Quantità e distribuzione spaziale della volumetria riscaldata su territorio comunale	singolo impianto produttivo. Aspetto critico ai fini della elaborazione per eterogeneità e incompletezza degli elementi acquisiti e tipologia di dati.			[E.P.A.,1996] ) Sup. occ. dalla specie selezionata (m <sup>2</sup> ) ( <i>bdDusqf</i> ) Dati meteorologici (temperatura ambiente e radiazione solare, archivio rete di monitoraggio della qualità dell'aria).
Modalità di calcolo	Algoritmo P.M.I.P. Calcolo vol. riscaldata <sup>55</sup> Calcolo del <i>fabbisogno</i> termico edifici (stimato sulla base della quantità di calore dispersa dall'edificio in ambiente esterno) Calcolo delle emissioni <sup>56</sup> per fasce orarie e sezione censuaria.	Algoritmo P.M.I.P. Calcolo vol. riscaldata (metodologia semplificata) Calcolo del <i>fabbisogno</i> termico edifici (metodologia semplificata) Calcolo del valore di emissione comunale per fasce orarie.	Calcolo delle emissioni puntuali per alcune aziende <sup>57</sup> <i>Disaggregazione</i> del dato ottenuto da <i>Corinair</i> e BER in base ai dati occupazione per settore forniti da ASPO (stima emissioni) Sottrazione delle emissioni puntuali alla stima totale e spazializzazione disaggregata in base alla presenza di impianti produttivi <sup>58</sup> .	Emissioni diffuse per uso domestico calcolate applicando il fattore di emissione <i>Corinair</i> alla popolazione residente Altre emissioni diffuse stima a livello nazionale Ulteriore disaggregazione spaziale del dato ricavato in base all'estensione dell'edificato civile e industriale.	Emissioni calcolate incrociando i dati <i>Istat</i> con quelli relativi ai fattori di emissione (sono state considerate solo le emissioni derivanti dagli allevamenti di bovini, le altre sono state considerate insignificanti) e successivamente sono state spazializzare sul territorio in corrispondenza dei principali allevamenti.	Calcolo effettuato mediante modellistica, algoritmo Tingley (stima delle emissioni sulla base del fattore di emissione, del fattore di biomassa, temperatura ambiente e radiazione solare incidente).

*Sintesi degli approfondimenti effettuati per il calcolo delle emissioni in atmosfera  
per tutte le sorgenti di emissione diverse dal traffico veicolare*

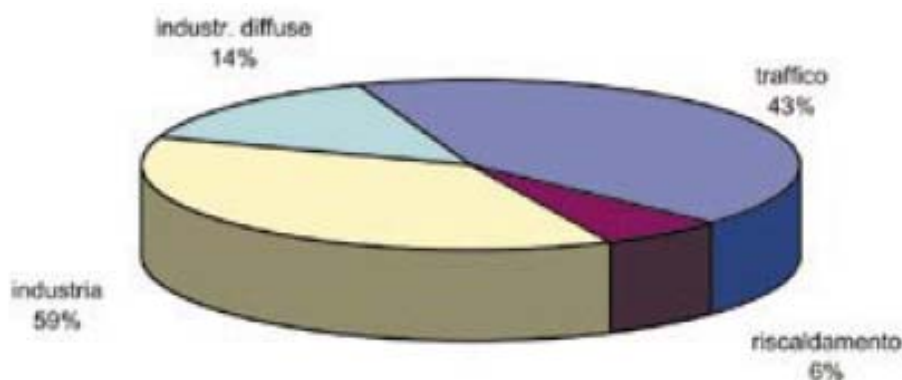
I risultati ottenuti al termine dell'elaborazione costituiscono un inventario locale delle emissioni in atmosfera su base annuale per tutte le fonti considerate e la loro rappresentazione spaziale sul territorio comunale. Pur avendo considerato il maggior numero possibile di inquinanti, a seconda della disponibilità dei dati di base e dei relativi fattori di emissione, è stata eseguita la stima delle emissioni solamente per sei inquinanti, appartenenti a tutte le fonti: *i*) monossido di carbonio (CO); *ii*) ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>); *iii*) biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>); *iv*) composti organici volatili non metanici (NMHC); *v*) metano (CH<sub>4</sub>); *vi*) anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Mentre i primi quattro sono considerati inquinanti nel senso classico del termine, l'anidride carbonica e il metano sono considerati gas climalteranti (gas serra), sospettati cioè di essere causa del surriscaldamento del pianeta e come tali soggetti alle restrizioni imposte dagli accordi di Kyoto.

<sup>55</sup> La volumetria riscaldata è stata calcolata moltiplicando la superficie edificata per un'altezza media dei vani dell'abitazione il cui valore è stato differenziato a seconda dell'età di costruzione dell'edificio

<sup>56</sup> Il calcolo viene effettuato sulla base dei dati e dei risultati ottenuti nei precedenti passaggi. Le emissioni per sez. censuaria sono infatti determinate sulla base del fabbisogno termico dell'edificio, della volumetria riscaldata, del fattore di emissione per tipo di impianto e di combustibile utilizzato.

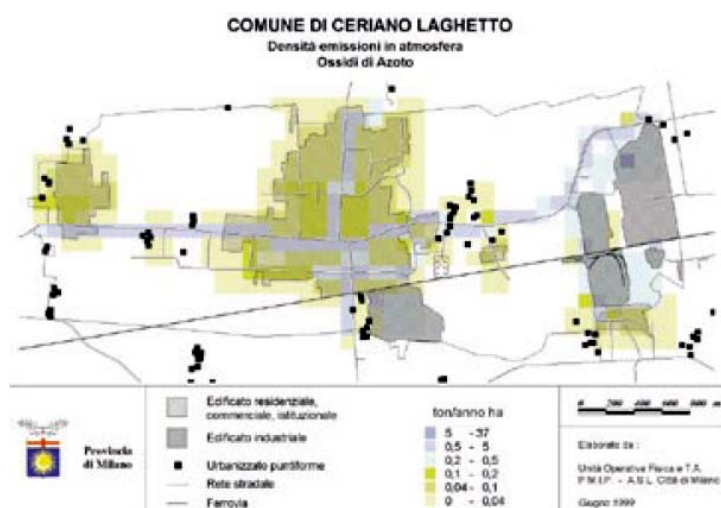
<sup>57</sup> In riferimento alle aziende che hanno fornito i dati all'amministrazione comunale.

<sup>58</sup> Tale metodo ha lo svantaggio di disaggregare su una unità territoriale piuttosto piccola informazioni ottenute a livello regionale e quindi il margine di errore può essere elevato. In realtà su scale così piccole la stima delle emissioni andrebbe idealmente condotta secondo un diverso procedimento che faccia uso di un apposito censimento degli impianti produttivi da cui ricavare le opportune informazioni sulle emissioni.



*Ripartizione percentuale delle emissioni annuali di ossidi d'azoto stimate per il Comune di Ceriano Laghetto*

Gli output ottenuti per gli inquinanti sono stati sintetizzati con l'ausilio di istogrammi e mappe tematiche sulla distribuzione delle pressioni a un livello di dettaglio spaziale, piuttosto fine (passo di cella di 100 x 100 m) ma imprescindibile per un territorio così limitato come il comune di Ceriano Laghetto.



*Mappa delle emissioni annuali di ossidi di azoto (NOx) stimate per il Comune di Ceriano Laghetto*

### 2.2.1. Il contributo emissivo prodotto dal traffico veicolare

Lo sviluppo delle aree metropolitane e il conseguente intensificarsi del traffico generato dai flussi di persone e merci che si muovono lungo i principali itinerari per motivi economici, familiari e di svago, crea dei seri problemi in ordine sia alla vivibilità dell'ambito metropolitano, sia alla conseguente governabilità del territorio: le politiche gestionali degli ultimi decenni hanno sottovalutato l'effetto prodotto dallo sviluppo economico del dopoguerra, al quale si è associata la crescita esclusiva del trasporto su gomma e della motorizzazione individuale; inoltre, la crescita infrastrutturale basata su una rete capillare di strade e di autostrade ha modificato totalmente il territorio, condizionando la vita dei residenti urbani.

Poi, un'accentuata attenzione alla qualità della vita e il rispetto per l'ambiente hanno indotto importanti riflessioni, anche a livello governativo: è infatti degli anni novanta l'introduzione dei piani del traffico e della nozione di sviluppo sostenibile, la ricerca di soluzioni all'inquinamento e alla generale ingovernabilità dei flussi veicolari nelle aree metropolitane, per salvaguardare l'ecosistema dal degrado irreversibile causato dagli effetti dell'inquinamento e del fenomeno del traffico; a ciò si correla la mobilità sostenibile che, cercando di indirizzare i flussi prodotti dagli spostamenti verso sistemi di trasporto pubblico o comunque alternativi rispetto al mezzo privato, decongestioni e renda più sicure strade e città.

All'analisi dei contenuti dei Piani urbani del traffico, raccolti dalla Provincia di Milano in qualità di ente a cui compete la redazione del Piano del traffico della viabilità extraurbana (P.T.V.E.<sup>59</sup>), è emersa la disomogeneità dei dati forniti che ha condotto all'impossibilità tecnica di confronto e utilizzazione per organizzare una banca dati provinciale sulla viabilità, peraltro necessaria per una corretta pianificazione sovra comunale; si rende quindi necessario ovviare al problema costituito dalla mancanza di strumenti operativi su cui basare tali studi, ricercando un metodo coordinato di rilievo, calcolo e analisi da proporre alle amministrazioni locali.

I modi utilizzati per calcolare il contributo emissivo del traffico veicolare circolante a Ceriano Laghetto, già ampiamente sperimentati dalla IV Unità Operativa del P.M.I.P. di Milano, si riferiscono a un modello matematico che, sulla base di opportuni algoritmi di calcolo, permette di stimare la quantità di emissioni rilasciate dai veicoli circolanti nel corso di un anno solare; dal punto di vista logico il metodo si compone di due fasi distinte: *i*) l'assegnazione dei flussi di traffico alla rete stradale in studio; *ii*) il calcolo delle emissioni a essi addebitabili.

Normalmente l'assegnazione dei flussi di traffico viene effettuata tramite l'ausilio di opportuni modelli matematici che riescono a fornire il numero stimato di veicoli circolanti per ogni arco di un determinato grafo di rete; nel caso di Ceriano Laghetto non è stata eseguita un'assegnazione modellistica, bensì sono stati utilizzati i dati disponibili<sup>60</sup> attribuendo al rispettivo arco stradale il flusso veicolare misurato; per il calcolo delle emissioni è stato utilizzato il modello *Emitr* 4.0, basato sulla metodologia comunitaria *Corinair – Copert*<sup>61</sup> consistente in un insieme di fattori di emissione, con opportune relazioni matematiche che forniscono la quantità di un determinato inquinante mediamente emesso (o di carburante mediamente consumato) da un veicolo su un tratto di strada di un chilometro in funzione di determinate grandezze; la classificazione del tipo di veicolo introdotto in ambito *Copert* si basa sulle seguenti caratteristiche: *i*) tipo di veicolo (autovettura, veicolo per trasporto merci, autobus, motociclo); *ii*) tipo di carburante impiegato (veicolo a benzina con piombo, a benzina senza piombo, diesel, Gpl); *iii*) età del veicolo<sup>62</sup>; *iv*) la cilindrata per le autovetture, la portata per i veicoli merci.

Complessivamente la metodologia *CopertIII* classifica il parco circolante in 73 diverse categorie, ciascuna caratterizzata dal proprio fattore di emissione<sup>63</sup> per ogni inquinante considerato; in secondo luogo i fattori di emissione sono espressi in funzione della velocità media di percorrenza del veicolo sul tratto di strada considerato (da questo punto di vista ogni inquinante ha il suo particolare comportamento nei diversi regimi di marcia del veicolo); gli inquinanti considerati dal metodo sono il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), i composti organici volatili (COV), il particolato totale (PTS), il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), il piombo (Pb), l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e altri composti, quali i metalli pesanti, alcuni composti dell'azoto e alcune singole specie organiche (per applicare il metodo suggerito dalla comunità europea è necessario essere in possesso di diversi tipi di dati con un discreto dettaglio: *i*) caratteri geografici del grafo di rete in studio (coordinate georeferenziate degli estremi di ciascun arco stradale e la relativa lunghezza, se l'arco non è rettilineo); *ii*) caratteri strutturali degli archi stradali (tipologia, capacità dell'arco, velocità di percorrenza a vuoto,

<sup>59</sup> Col D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" è stato individuato un insieme di interventi finalizzati a migliorare nell'immediato il sistema di viabilità esistente, noti come il Piano urbano del traffico (P.U.T.) e il Piano del traffico per la viabilità extraurbana (P.T.V.E.). Il disegno complessivo della pianificazione del traffico, con l'introduzione di tali strumenti, viene strutturato dal legislatore su due livelli diversi e complementari: un primo livello, quello comunale, cui compete una pianificazione della viabilità urbana e che si riferisce a un ambito territoriale identificabile generalmente con il centro abitato, ed un secondo livello provinciale che, in modo un po' sintetico, ha il compito di coordinare su tutto il territorio provinciale l'azione coerente della pianificazione stabilita a livello comunale.

<sup>60</sup> Il personale del comune di Ceriano Laghetto ha eseguito direttamente misure di traffico in diversi punti della rete stradale. I dati ottenuti sono stati integrati con quelli raccolti dalla Provincia di Milano.

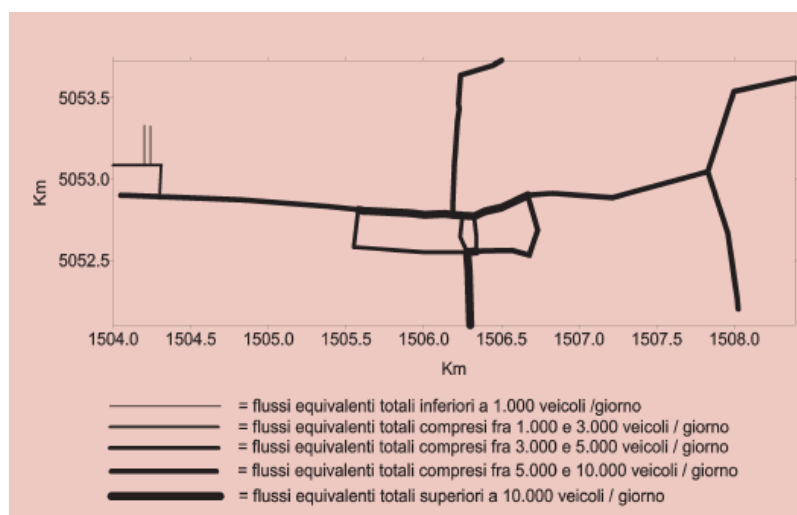
<sup>61</sup> Metodologia del progetto europeo *Corinair*, indicata nel manuale "Emep/Corinair Atmospheric Emission Inventory Guidebook", 1999, realizzata e aggiornata da una Task Force costituita da esperti di tutta Europa che operano nell'ambito di gruppi di lavoro su alcune tematiche principali: combustione e attività industriali, trasporti, agricoltura e allevamento, natura.

<sup>62</sup> I veicoli vengono suddivisi per classi di età di immatricolazione in quanto periodicamente le direttive comunitarie in materia di emissioni dei veicoli vengono aggiornate divenendo nel corso degli anni sempre più restrittive; pertanto, a veicoli immatricolati in diversi anni corrispondono in generale diverse caratteristiche emissive e di consumo.

<sup>63</sup> Esistono altri termini che influenzano la stima delle emissioni e dei consumi, che vengono comunque trattati dalla metodologia, questi sono: la temperatura ambiente, lo stato di manutenzione del veicolo in relazione al suo invecchiamento, la presenza o meno sul veicolo di accorgimenti tecnici per limitare l'evaporazione di carburante, le caratteristiche del carburante utilizzato, la pendenza della strada percorsa dal veicolo.

caratteristiche di deflusso, pendenza); *iii*) flussi veicolari orari su ciascun arco stradale; *iv*) composizione del parco veicolare circolante su ciascun arco stradale (secondo la classificazione *Copert*); *v*) velocità medie di percorrenza su ciascun arco stradale per ogni ora del periodo di simulazione.

A partire da queste informazioni il modello *Emitr*<sup>64</sup> consente di calcolare le emissioni di inquinanti sullo stesso dettaglio spaziale e temporale fornito dai dati d'ingresso; I valori d'emissione sono calcolati come dato sia globale su tutta l'area in studio, sia areale per ogni cella di un opportuno reticolo di calcolo; Inoltre, dal punto di vista temporale viene fornito il trend orario delle emissioni nel corso del periodo di simulazione.



*Suddivisione degli archi stradali del comune di Ceriano Laghetto secondo i volumi di traffico.  
Coordinate espresse nel sistema di riferimento Gauss – Boaga.*

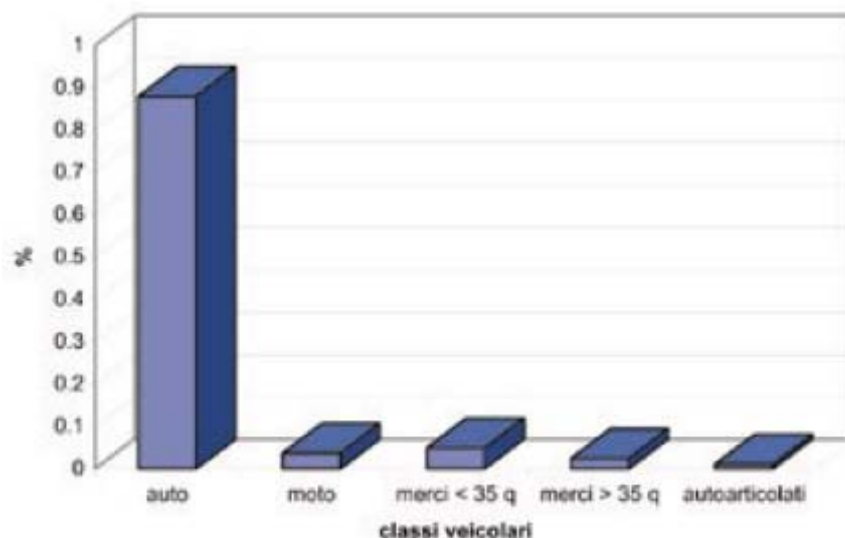
La rete stradale del comune di Ceriano Laghetto, la quale s'estende per 22 chilometri di lunghezza, è stata digitalizzata e, per ogni arco stradale, sono state così ricavate le coordinate geografiche nel sistema Gauss – Boaga; poi, ogni strada di cui si possedevano sufficienti dati sui flussi di traffico è stata caratterizzata sulla base delle seguenti informazioni: *i*) tipologia dell'arco, a cui sono stati associati i rispettivi valori di velocità massima di percorrenza (che per ipotesi è stata associata al limite massimo di velocità consentito dal Codice della Strada); *ii*) curva di deflusso, andamento parametrico della velocità media di percorrenza dell'arco in funzione del carico veicolare<sup>65</sup>; *iii*) fattore di forma, andamento medio (normalizzato sul TGM – traffico medio giornaliero) dei flussi di traffico sull'arco in esame nelle 24 ore della giornata<sup>66</sup>; *iv*) flussi di traffico in ora di punta del mattino, ricavati dalle misure in campo; *v*) suddivisione del parco veicolare circolante in cinque macroclassi (auto, moto, veicoli merci di portata inferiore a 35 quintali, veicoli merci di portata superiore a 35 quintali, autoarticolati) per i diversi tipi di archi.

Per eseguire il calcolo delle emissioni da traffico si sono resi necessari, oltre a quelli appena illustrati, altri tipi di dati quali: *a*) la composizione dettagliata del parco circolante nell'area in studio, in base alla quale il modello di calcolo ha disaggregato la macrocomposizione di ogni arco primario nelle 94 classi veicolari previste dalla metodologia *Copert*; *b*) le informazioni sul traffico secondario, intendendo come tale i flussi di veicoli non contemplati fra quelli relativi al grafo di rete (la stima dei flussi relativi al traffico secondario e della loro distribuzione spaziale è stata condotta tenendo conto della lunghezza e della tipologia di strade "secondarie").

<sup>64</sup> Questo modello, data la complessità dei dati da gestire, è stato interamente realizzato presso il P.M.I.P. di Milano e ivi continuamente aggiornato. Per ulteriori informazioni sulla metodologia adottata per il calcolo delle emissioni da traffico si veda [Angelino et al., 2000a, b].

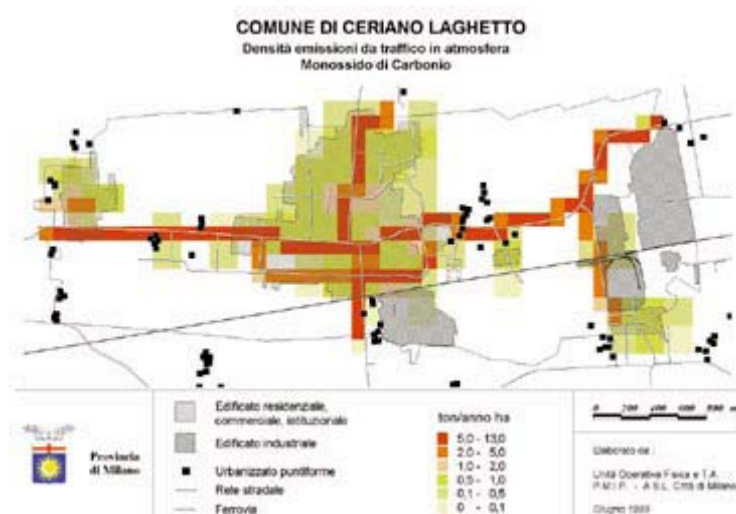
<sup>65</sup> In assenza di altre informazioni, sono state utilizzate alcune curve di deflusso utilizzate nell'ambito di altri lavori per archi stradali simili.

<sup>66</sup> Per ogni arco stradale il rispettivo fattore di forma è stato ricavato dalle misure di flussi di traffico eseguite sul campo.



*Composizione media del parco veicolare nel Comune di Ceriano Laghetto in base alle cinque macroclassi.*

I risultati ottenuti al termine delle elaborazioni relative al contributo del traffico veicolare, circolante sulla rete stradale di Ceriano Laghetto, consistono in una stima delle emissioni annuali in aria dovute a tale fonte, con una loro mappatura sul territorio comunale.



*Mappa delle emissioni annuali di monossido di carbonio, l'inquinante più tipicamente legato al traffico veicolare. Sono evidenti i contributi emissivi dei due principali assi viari che attraversano il centro abitato*

Complessivamente è stato stimato che, sulla rete stradale di Ceriano Laghetto, giornalmente vengono percorsi in media 92.800 chilometri, e informazioni di questo tipo possono trovare utilizzo anche in ambiti diversi da quello di un inventario delle emissioni, come per esempio la redazione dei Piani urbani del traffico e Rapporti ambientali per Valutazioni ambientali strategiche: una serie di mappe simili a quella riportata sopra, relative a diversi scenari, consentirebbe per esempio di verificare gli effetti di determinati provvedimenti anche a livello locale, visto che i dati utilizzati hanno consentito la realizzazione di mappature delle emissioni con un dettaglio spaziale di 100 metri.

La mappa delle emissioni da traffico veicolare costituisce un importante “strato” che, insieme a quelli provenienti dalle altre fonti descritte in precedenza, è in grado di fornire il quadro completo delle emissioni risultanti in aria in un comune.

### 2.2.2. La spazializzazione del “dato aria” per la scala comunale

La realizzazione di un inventario locale georeferenziato delle emissioni per un territorio così limitato, come quello del comune di Ceriano Laghetto, ha costituito il principale obiettivo dello studio, ponendosi come solida base per qualsiasi strategia di contenimento dei fenomeni d'inquinamento atmosferico e per una pianificazione locale che tenga conto anche della qualità dell'aria.

Per redigere l'inventario locale delle emissioni, condotto in via sperimentale su un territorio così limitato e con un dettaglio spaziale così fine, si è tenuto conto delle principali fonti di emissione<sup>67</sup> cercando di delineare il quadro complessivo delle pressioni in atto; nel seguito viene collocata una tabella esemplificativa sulla disomogeneità informativa per le differenti fonti emissive considerate e per l'approfondimento del traffico veicolare.

<i>Fonte emissiva</i>	<i>Dati</i>
<i>Riscaldamento degli edifici residenziali</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. anno di costruzione dell'edificio (caratteristiche)</li> <li>2. superficie netta di pavimento (sup. abitata)</li> <li>3. combustibile usato per il riscaldamento</li> <li>4. fattore di emissione per tipo di impianto</li> <li>5. temperatura esterna all'edificio</li> <li>6. coefficiente di dispersione termica</li> <li>7. quantità e distribuzione spaziale della volumetria riscaldata su territorio comunale</li> </ol>
<i>Riscaldamento degli edifici commerciali e del terziario</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. anno di costruzione dell'edificio (caratteristiche)</li> <li>2. superficie netta di pavimento (sup. calpestabile)</li> <li>3. combustibile usato per il riscaldamento</li> <li>4. fattore di emissione per tipo di impianto</li> <li>5. temperatura esterna all'edificio</li> <li>6. coefficiente di dispersione termica</li> <li>7. quantità e distribuzione spaziale della volumetria riscaldata su territorio comunale</li> </ol>
<i>Emissioni del comparto industriale</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. emissioni dichiarate dalla singola azienda (emissioni puntuali)</li> <li>2. consumi di combustibili per tipo di impianto</li> <li>3. dislocazione geografica dei punti emissivi</li> <li>4. disaggregazione del dato BER<sup>68</sup> sulla base dei dati di occupazione per settore (dati ASPO)</li> </ol>
<i>Emissioni diffuse</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. emissioni diffuse di solventi e composti organici prodotti da processi industriali (stime ENEA)</li> <li>2. emissioni diffuse per uso domestico di solventi e prodotti affini (<i>Corinair</i>)</li> </ol>
<i>Allevamento di bestiame</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. dati del censimento agricoltura (fonte ISTAT 1991)</li> <li>2. dati contenuti nella EMAP/ <i>Corinair</i>, 1996</li> </ol>
<i>Emissioni biogeniche</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. fattore di emissione (espresso in mg/g*h)</li> <li>2. fattore di biomassa<sup>69</sup> (espresso in g/m<sup>2</sup>)</li> <li>3. superficie occupata dalla specie selezionata (espressa in m<sup>2</sup>)</li> <li>4. temperatura ambiente</li> <li>5. radiazione solare incidente</li> </ol>

<sup>67</sup> Sono state considerate: il traffico veicolare, il riscaldamento degli edifici, il settore industriale, le fonti biogeniche, il settore agricolo, le fonti diffuse domestiche e industriali.

<sup>68</sup> Per questa fonte emissiva sono stati utilizzati due approcci differenti: uno strettamente puntuale, riferito alle aziende che hanno fornito informazioni per i vari approfondimenti, l'altro di tipo top-down, con la normalizzazione su base comunale dei dati forniti dal BER (bilancio energetico regionale) in funzione dell'occupazione per settore (dati ASPO) al fine di stimare le emissioni per tutto il territorio comunale.

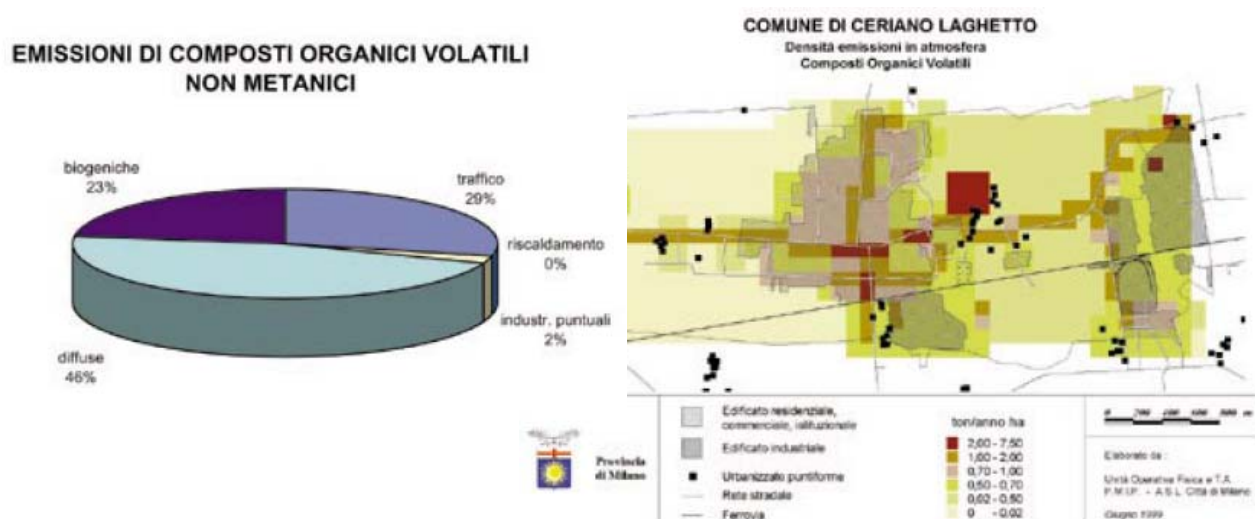
<sup>69</sup> La fonte per queste informazioni varia a seconda della classe di vegetazione considerata, per le classi decidue e conifere la fonte dei dati è *Corinair* [Enea – Techne, 1989], per i terreni adibiti a prato e pascolo vengono utilizzati i cosiddetti “fattori Lamb”, 1987, per la classe seminativo vengono utilizzati i valori [E.P.A., 1996].



<p><b>Traffico veicolare</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. coordinate georeferenziate degli estremi di ciascun arco stradale e relativa lunghezza, se l'arco non è rettilineo (caratteristiche geografiche del grafo di rete)</li> <li>2. tipologia di arco stradale</li> <li>3. capacità dell'arco stradale</li> <li>4. velocità di percorrenza a vuoto<sup>70</sup></li> <li>5. pendenza dell'arco stradale</li> <li>6. caratteristiche di deflusso</li> <li>7. flussi veicolari orari su ciascun arco stradale</li> <li>8. composizione del parco veicolare<sup>71</sup> circolante su ciascun arco stradale</li> <li>9. velocità medie di percorrenza su ciascun arco stradale per ogni ora del periodo di simulazione</li> <li>10. curva di deflusso (andamento parametrico della velocità media di percorrenza dell'arco in funzione del carico veicolare)</li> <li>11. andamento medio (normalizzato sul TGM - traffico medio giornaliero) dei flussi di traffico sull'arco in esame nelle 24 ore della giornata</li> <li>12. flussi di traffico all'ora di punta del mattino, ricavati dalle misure in campo (somma di veicoli equivalenti nei due sensi di marcia)</li> <li>13. suddivisione del parco veicolare circolante in cinque macroclassi<sup>72</sup> per i diversi tipi di archi</li> <li>14. stima dei flussi relativi al traffico secondario e loro distribuzione spaziale</li> </ol>
----------------------------------	---

*Sintesi dei dati necessari per la redazione dell'inventario locale delle emissioni per singola sorgente emissiva*

I risultati dell'elaborato sono stati resi sotto forma di grafici, riguardanti i valori % di emissione per fonte e per inquinante considerato, insieme alla redazione di carte che spazializzano le pressioni in atto sotto il profilo atmosferico per cui, se da un lato è stato possibile quantificare l'inquinante emesso da una determinata fonte, dall'altro sono stati individuati fisicamente gli ambiti che più minano la qualità dell'aria, con un dettaglio particolarmente spinto per analisi di questo genere, all'interno di una cella di 100 m x 100 m.



*Grafico e rappresentazione spaziale dei risultati ottenuti per l'inquinante NMHC (composti organici volatili non metanici). Le quantità dell'inquinante sono espresse in funzione della fonte emissiva considerata, in questo caso sono le emissioni diffuse la principale causa di emissione per i NMHC*

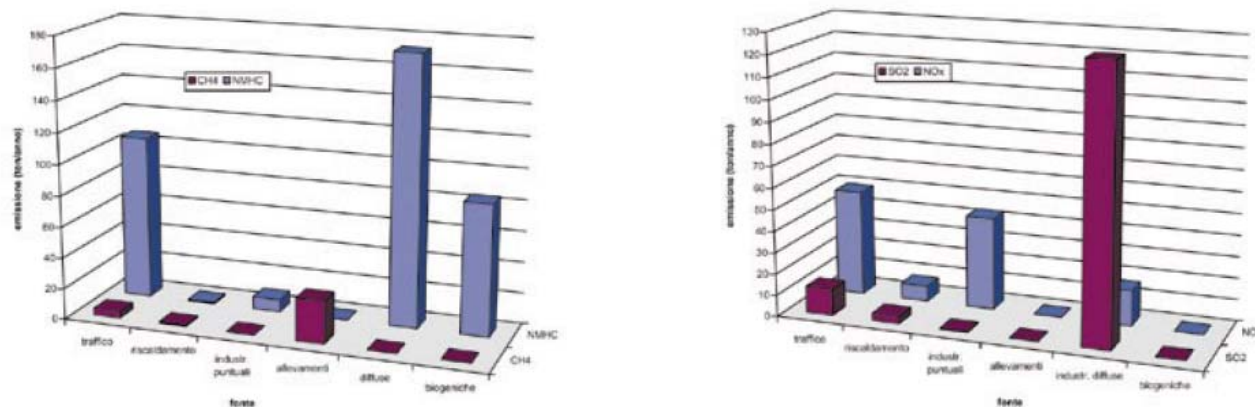
<sup>70</sup> Per semplificare l'analisi, è stato assunto il limite di velocità consentito dal Codice della Strada

<sup>71</sup> Questo dato viene dedotto secondo la classificazione *Copert*, per cui i veicoli vengono classificati in base a diversi caratteri quali: tipologia di veicolo (autovettura, veicolo per trasporto merci, autobus, motociclo), tipo di carburante impiegato (veicolo a benzina con piombo, a benzina senza piombo, diesel, Gpl), età del veicolo, cilindrata per le autovetture, portata per i veicoli merci. Complessivamente la metodologia *CopertIII* classifica il parco circolante in 73 diverse categorie, ognuna caratterizzata dal proprio fattore di emissione per ogni inquinante considerato.

<sup>72</sup> Automobili, motocicli, veicoli merci di portata inferiore a 35 quintali, veicoli merci di portata superiore a 35 quintali, autoarticolati.

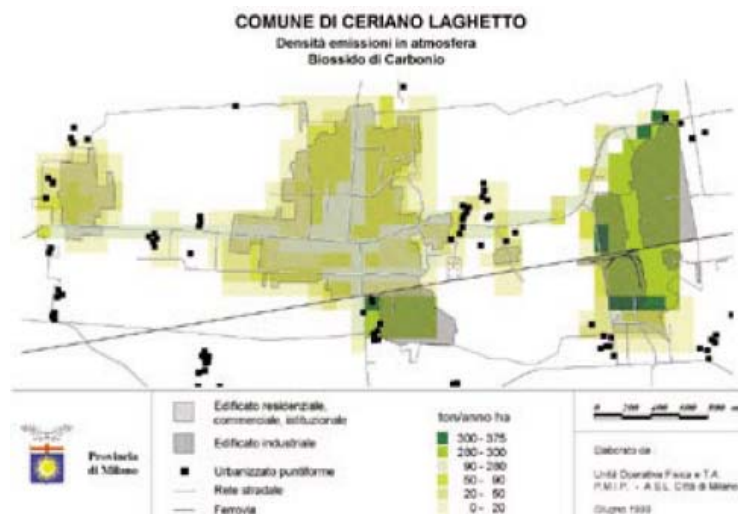
Per ogni inquinante considerato<sup>73</sup> si è calcolato il valore di emissione annua per ogni sorgente ed è stata rappresentata la distribuzione spaziale su una mappa comunale con risoluzione di 100 m; per i soli composti organici volatili è stata eseguita la mappa relativa ai COV totali, invece che due mappe separate per metano e composti non metanici.

Dalle figure sottostanti si osserva come il traffico veicolare sia il generatore predominante del monossido di carbonio, mentre per gli ossidi di azoto al traffico s'aggiunge l'importante contributo dell'industria; anche per i composti organici volatili non metanici il traffico contribuisce insieme alle sorgenti biogeniche, e tuttavia per essi la fonte principale è dovuta alle evaporazioni di COV per solventi domestici e industriali.



I due grafici mostrano le emissioni annuali rispettivamente per i NMHC e CH<sub>4</sub>, e per SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, in funzione delle fonti emissive considerate dall'analisi

Infine, per quanto riguarda i cosiddetti gas serra, l'anidride carbonica è prevalentemente emessa nei processi produttivi, ma per nulla trascurabili sono i contributi di traffico veicolare e impianti di riscaldamento, mentre risultano scarse le emissioni di metano per allevamenti di bestiame e traffico un caso a parte è costituito dal biossido di zolfo, e i risultati ottenuti darebbero un contributo dominante a carico del comparto produttivo, sulla base di dati che potrebbero non tener conto della recente diffusione del metano come combustibile.



Mappa delle emissioni annuali di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) stimate per il comune di Ceriano Laghetto.

Il metodo applicato al caso di Ceriano Laghetto è un buon esempio di modalità di stima delle emissioni; si constata che la raccolta dei dati necessari rappresenta la fase più critica e onerosa per tempo, risorse, mole di

<sup>73</sup> Per ogni fonte è stato considerato il maggior numero possibile di inquinanti a seconda della disponibilità dei dati di base e dei relativi fattori di emissione, tuttavia solamente per 6 d'essi è stata eseguita la stima per tutte le fonti: monossido di carbonio CO, ossidi di azoto NO<sub>x</sub>, biossido di zolfo SO<sub>2</sub>, composti organici volatili non metanici NMHC, metano CH<sub>4</sub> e anidride carbonica CO<sub>2</sub> (gli ultimi due non sono da definirsi come inquinanti ma come gas climalteranti, soggetti dunque alle restrizioni del protocollo di Kyoto).

informazioni da recuperare, che richiede una stretta collaborazione tra il fornitore dei dati e il loro elaboratore per le simulazioni dell'inquinamento, dal momento che solo una parte dei dati necessari al calcolo delle emissioni generalmente corrisponde ai dati di input e output di un modello di assegnazione.

L'obiettivo del lavoro esaminato è stato finalizzato a costruire un inventario su più fonti emissive, proiettando su carta mediante georeferenziazione cartografica e, poi, realizzando temi grafici per rappresentare, di ogni inquinante considerato, la situazione emissiva e individuare i principali contributi da parte delle diverse tipologie di fonti, col risultato finale consistente in una serie di "strati grafici numerici", suddivisi per inquinante e per fonte, tutti sovrapponibili alla rappresentazione cartografica di Ceriano Laghetto: è infatti indispensabile una totale sinergia tra conoscenza sullo stato della qualità dell'aria e interventi che, direttamente o indirettamente, possano andare a modificarlo<sup>74</sup>, sulla base di criteri di sostenibilità forniti in base al tipo di inquinante, distinguendo per quest'ambito tre casi principali;

1. inquinanti "classici" inerti o prevalentemente inerti come monossido di carbonio, biossido di zolfo, polveri; per tale tipo d'inquinanti la verifica di compatibilità va fatta sul rispetto dei limiti di concentrazione in aria su breve periodo e, dunque, devono essere applicati modelli di dispersione in aria, opportunamente calibrati nello spazio di studio, in base a un inventario delle emissioni il più possibile dettagliato;
2. classi d'inquinanti reattivi quali composti organici volatili non metanici e ossidi di azoto, per cui esistono obiettivi di riduzione delle emissioni, fissati dai Protocolli delle Nazioni Unite contro l'inquinamento a lunga distanza, che prevedono drastiche diminuzioni delle emissioni da raggiungere entro il 2010; pertanto, per tali inquinanti basta avere il quadro emissivo aggiornato e delineare una strategia globale che porti alle fissate riduzioni per il 2010; la compatibilità ambientale di una qualsiasi modifica territoriale o di uso del suolo, intravedibile nel processo di Vas, è dunque verificata se gli effetti di dette modifiche non impediscono il raggiungimento degli obiettivi prefissati o, in caso contrario, se vengono individuate le opportune contromisure per garantire comunque il raggiungimento degli obiettivi;
3. gas serra quali anidride carbonica, metano, protossido d'azoto dove, anche in questo caso, la comunità internazionale ha voluto porsi nell'ambito del Protocollo di Kyoto degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas climalteranti da raggiungere entro il 2010; dunque, la linea di condotta per questi inquinanti è del tutto simile a quella fin qui esposta per gli inquinanti reattivi.

### 2.3. *La sintesi esplicativa relativa all'approfondimento della componente aria alla scala locale*

La redazione di un inventario locale delle emissioni viene spesso sottovalutata dalle amministrazioni comunali, nonostante si presti a considerazioni indispensabili per la conoscenza del territorio in quanto fornisce una stima dell'evoluzione temporale delle emissioni inquinanti, funzionale e propedeutica agli interventi di pianificazione territoriale<sup>75</sup>.

Esistono diversi livelli di utilizzo degli inventari locali che ne determinano il grado di complessità, legato essenzialmente alle diverse dimensioni su cui per lo più si sviluppa un inventario: *i)* numero di sostanze considerate; *ii)* attività esaminate rispetto alla classificazione adottata; *iii)* distribuzione spaziale e temporale delle emissioni; *iv)* funzionalità nell'emettere proiezioni future delle emissioni.

Un inventario "base" dovrebbe fornire almeno le emissioni totali annue dei principali inquinanti, riferite a un intero bacino (regionale, provinciale o comunale) e suddivise per i principali macrosettori di attività, con la finalità primaria di verificare il perseguimento degli obiettivi di abbattimento delle emissioni che ogni singola regione, provincia, comune individua nei diversi ambiti della propria politica ambientale.

Un inventario più complesso, invece, deve prendere in esame un gran numero di inquinanti<sup>76</sup> e diverse attività emissive a più livelli di disaggregazione spaziale e temporale, per fornire informazioni più dettagliate e da-

<sup>74</sup> Sforzi in tal senso devono essere spesi affinché il sistema di conoscenze provenienti dagli strumenti di misura e analisi dei dati consenta una miglior comprensione dei fenomeni di inquinamento da un lato, ma dall'altro metta a disposizione le informazioni necessarie per valutare secondo criteri ambientali le scelte decisionali nei diversi settori; infatti, sulla base dello stato di fatto e di una valutazione ambientale preventiva di eventuali modifiche del territorio (Vas), la disponibilità di un inventario completo e aggiornato può fornire le necessarie indicazioni sulla sostenibilità del provvedimento da valutare.

<sup>75</sup> Si pensi al contributo che un inventario delle emissioni può offrire in sede di valutazione ambientale strategica e, conseguentemente, in sede di piano locale.

<sup>76</sup> Devono essere considerati i macro e micro inquinanti

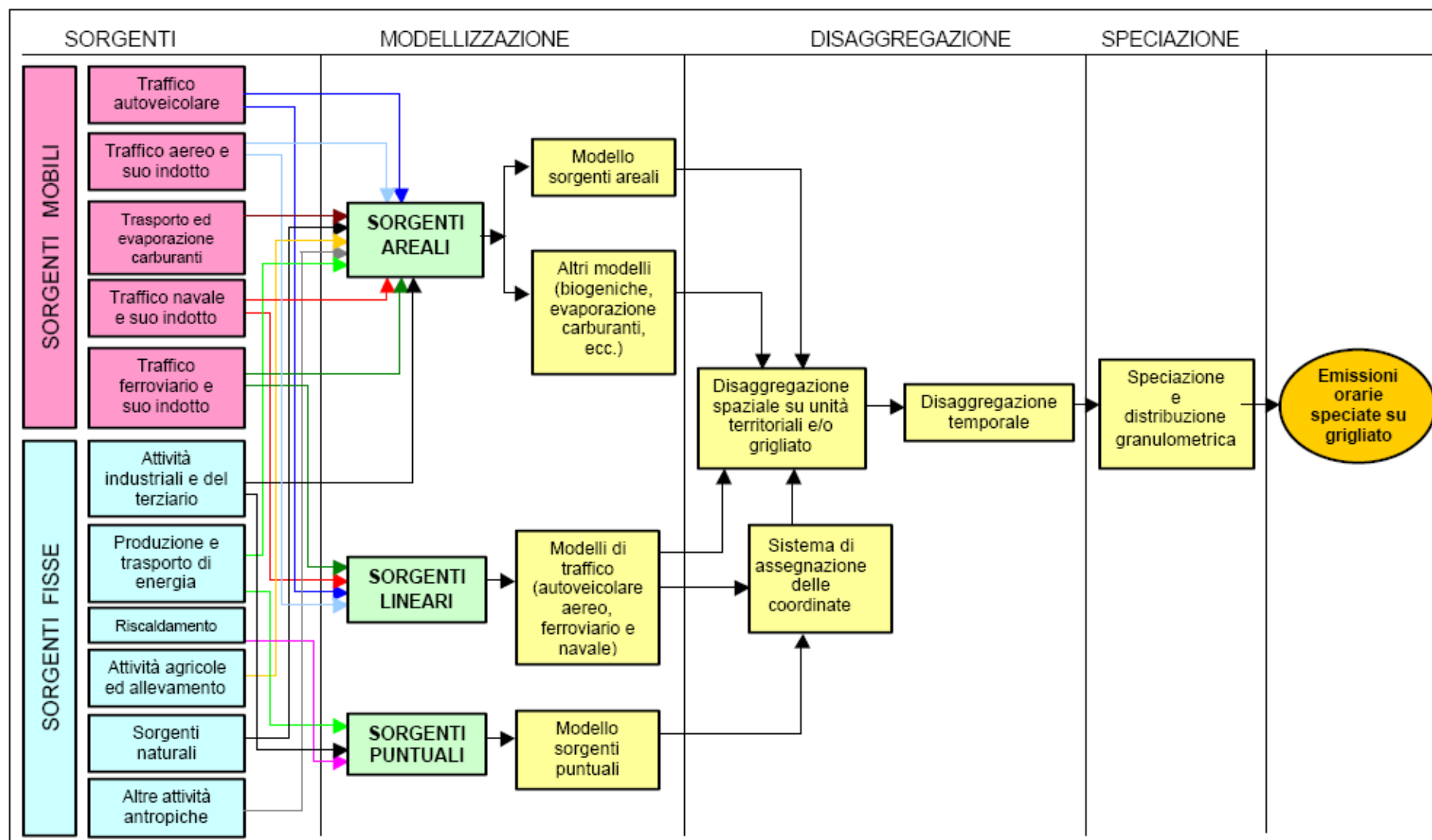
ti di input ai modelli di dispersione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera; esistono diverse tipologie di inventario cui corrispondono diversi metodi di compilazione, e i due principali approcci da seguire sono *bottom-up* e *top-down*; secondo tali due diverse procedure è necessario realizzare un flusso di informazioni che nel caso *top-down* parte dalla scala spaziale maggiore (nazionale), discendendo successivamente a livelli inferiori (regionali/provinciali/comunali) e utilizzando specifiche variabili di disaggregazione, o surrogati, mentre nel caso *bottom-up* ascende direttamente dalla realtà produttiva locale a livelli di aggregazione maggiori: con tale approccio ha luogo l'analisi delle singole sorgenti con l'acquisizione di informazioni dettagliate sugli indicatori di attività, sui processi e tecnologie e sulle emissioni, mentre un inventario *top-down* viene viceversa condotto essenzialmente sulla base dei risultati di elaborazioni statistiche di dati disponibili, che per lo più riguardano porzioni di territorio più vaste dell'obiettivo dell'inventario; in questo caso, dunque, è necessario procedere attraverso un processo di disaggregazione al livello territoriale richiesto delle emissioni calcolate per una realtà territoriale più ampia.

Nel primo caso *bottom-up* occorre un notevole e oneroso impegno soprattutto nel reperimento dei dati per cui, per ragioni economiche, spesso gli enti sono portati a seguire un tale approccio solo per alcune categorie di sorgenti e classi di attività (adottando dunque un approccio misto, come nel caso di Ceriano Laghetto), mentre un approccio completamente *top-down* comporta invece un'eccessiva approssimazione alla scala locale e, in particolare, urbana, ottenendo un livello di dettaglio che può risultare insufficiente; l'eccessivo impegno richiesto dal metodo *bottom-up* e l'approssimazione del *top-down* costituiscono limitazioni rilevanti per entrambi gli approcci, per cui spesso è più conveniente un'opportuna combinazione dei due metodi, implicando una scelta diversa in relazione alle attività, agli inquinanti e alla disaggregazione spaziale e temporale; l'ipotesi di un approccio misto permette di stimare solo alcuni settori di particolare rilevanza per l'area assoggettata all'inventario, e per i quali è preferibile un approccio *bottom-up* riservando alle altre attività quello *top-down*; in definitiva, l'approccio migliore dovrà comunque trovare il giusto compromesso tra la raccolta, l'elaborazione dei dati, la loro affidabilità e la rappresentatività delle stime che si desidera ottenere, ma non può però essere giudicato a priori, dovendo adeguarsi alle situazioni specifiche di ciascuna realtà locale; sulla base di tali premesse possiamo così riassumere i principali utilizzi di un inventario delle emissioni<sup>77</sup>:

1. fornire un supporto, insieme ai modelli di dispersione, per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria affiancando le misure di qualità effettuate dalle reti di monitoraggio regionali e, laddove i livelli degli inquinanti lo consentano, sostituendo le misure stesse;
2. permettere la redazione di mappe delle emissioni per la pianificazione territoriale sia identificando le aree a rischio, sia programmando la distribuzione di nuove possibili sorgenti, a supporto del processo di valutazione ambientale strategica;
3. fornire i dati di input ai modelli matematici di dispersione e meteo per calcolare le concentrazioni al suolo di inquinanti in atmosfera;
4. rendere possibile l'elaborazione di scenari d'intervento per ridurre l'incidenza di uno o più inquinanti in un'area tramite modifiche ai dati di input;
5. realizzare una banca dati dove attingere nel caso di obblighi di legge a cui assolvere (valutazione ambientale strategica, valutazione d'impatto ambientale, redazione dei piani urbani del traffico, dei piani di risanamento, di altri piani urbanistici);
6. consentire la valutazione, col supporto di modelli matematici specifici, del rapporto costi/benefici delle politiche di controllo e d'intervento.

Di seguito, si propone uno schema logico di costruzione di un inventario locale delle emissioni *bottom-up*, ideale per approfondimenti alla scala urbana, considerando tutte le sorgenti emissive presenti su un territorio e distinguendo, a monte, quelle mobili da quelle fisse e le sorgenti areali da quelle lineari e puntuali, per valutare ogni singola fonte emissiva con l'ausilio della modellistica; dopo l'elaborazione dei dati raccolti è necessario disaggregarli sul bacino territoriale interessato dall'analisi, per rappresentare la distribuzione delle emissioni orarie, ricadenti in quel territorio, in celle di uguali dimensioni.

<sup>77</sup> Gli inventari delle emissioni costituiscono dunque uno strumento importante e affidabile per i piani di risanamento della qualità dell'aria, e in generale per integrarli con altri interventi di pianificazione urbanistica quali i piani urbani del traffico, i piani energetici, le procedure di Via e Vas, i Piani di governo del territorio.



Schema logico per la redazione di un inventario locale delle emissioni in atmosfera secondo l'approccio Bottom-up

In generale la predisposizione di un inventario può essere schematizzata nelle seguenti fasi:

1. *pianificazione*: avere una visione d'insieme, seppure preliminare, in termini di attività da svolgere, di risorse necessarie e di tempi di realizzazione; l'impegno in termini di periodi, personale, macchine è tanto maggiore quanto più articolata è l'informazione sulle emissioni che si desidera ottenere; infatti, possono essere diversi gli utilizzi di un inventario e, a seconda degli scopi, varia il grado di complessità delle elaborazioni e l'accuratezza dei risultati richiesta; è evidente quindi che per predisporre un piano dei lavori e delle risorse da investire è necessario prima di tutto definire gli obiettivi dell'inventario e il tipo di risultati attesi, la scadenza finale entro cui si desidera ottenerli, le risorse esistenti;
2. *raccolta dei dati*: la raccolta dei dati necessari per la compilazione dell'inventario rappresenta la fase più complessa e onerosa, per la numerosità e varietà delle informazioni richieste e dei soggetti detentori delle informazioni; il buon esito della ricerca dipende molto dalla disponibilità dei soggetti interpellati a fornire i dati necessari, non esistendo attualmente infatti nessun obbligo in tal senso né alcuna norma che favorisca il trasferimento di dati tra enti; inoltre le informazioni, laddove disponibili, sono spesso riferite ad ambiti territoriali ben più ampi di quelli d'interesse per gli inventari locali, e, generalmente, per molte attività l'unico dato reperibile risulta essere il totale nazionale; per alcune è possibile disporre di informazioni a livello regionale, talvolta a livello provinciale ma assai raramente a livello comunale; ricapitolando, per compilare un inventario di emissioni sono necessari i seguenti gruppi di informazioni: fattori di emissione, indicatori di attività<sup>78</sup>, informazioni dettagliate sulle fonti localizzate, variabili surrogate per la disaggregazione spaziale degli indicatori di attività, profili di disaggregazione temporale, profili di speciazione per le emissioni di composti organici volatili e particolato, profili di distribuzione dimensionale per il particolato, sulla base di un schema valido se si è scelto l'approccio *bottom-up*; nel caso dell'approccio *top-down* occorre raccogliere informazioni sulle emissioni da disaggregare, le variabili surrogate per la disaggregazione spaziale delle emissioni, i profili di disaggregazione temporale, i profili di speciazione per le emissioni di composti organici volatili e particolato e i profili di distribuzione dimensionale per il particolato;
3. *elaborazione dei dati*: la fase di elaborazione dei dati può essere più o meno impegnativa a seconda del numero di attività e di inquinanti in esame e delle caratteristiche del sistema di calcolo; nei casi più complessi, l'algoritmo deve tener conto per esempio di fattori di emissione non costanti; nel caso del traffico i fattori di emissione sono dipendenti da variabili ambientali o dal regime di attività o diversificati per classi e sottoclassi di veicoli, e in tal caso occorre utilizzare algoritmi di calcolo più complessi, e si parla generalmente di "modello di emissione";
4. *analisi critica dei risultati*: le cause dell'incertezza dei risultati sono legate alla scelta dell'indicatore e al suo valore quantitativo, al fattore di emissione, al modello di stima delle emissioni; oltre a ciò, si verifica la necessità di validare la raccolta di dati e la valutazione delle emissioni presenti in inventario e, pertanto, a differenza di quel che spesso accade non andrebbe effettuata solo un'analisi critica sui risultati, ma dovrebbero essere considerati anche opportuni controlli nelle fasi precedenti di raccolta e *data entry*;
5. *preparazione degli elaborati*: le proprietà richieste all'inventario concernono trasparenza nei metodi e dati utilizzati, consistenza nella serie storica, completezza in relazione ai processi di emissione e agli inquinanti, accuratezza nella realizzazione; gli inventari realizzati nel tempo devono poter essere consistenti nei metodi e dati di base utilizzati, in modo da fornire l'informazione utile alla valutazione delle eventuali riduzioni o incrementi delle emissioni.

---

<sup>78</sup> Gli indicatori di attività costituiscono un elemento di grande criticità, soprattutto quando si affronta il problema di inventari su scala locale/urbana. In questi casi la carenza di dati disaggregati territorialmente spesso non consente di utilizzare l'indicatore che meglio "si relaziona" con il fattore di emissione disponibile. In molti casi gli indicatori alternativi o il trattamento statistico necessario per disaggregare i dati disponibili, conducono ad una diminuzione del grado di affidabilità della stima finale. Da qui sorge l'esigenza di validare i dati disponibili e valutare il loro grado di incertezza.



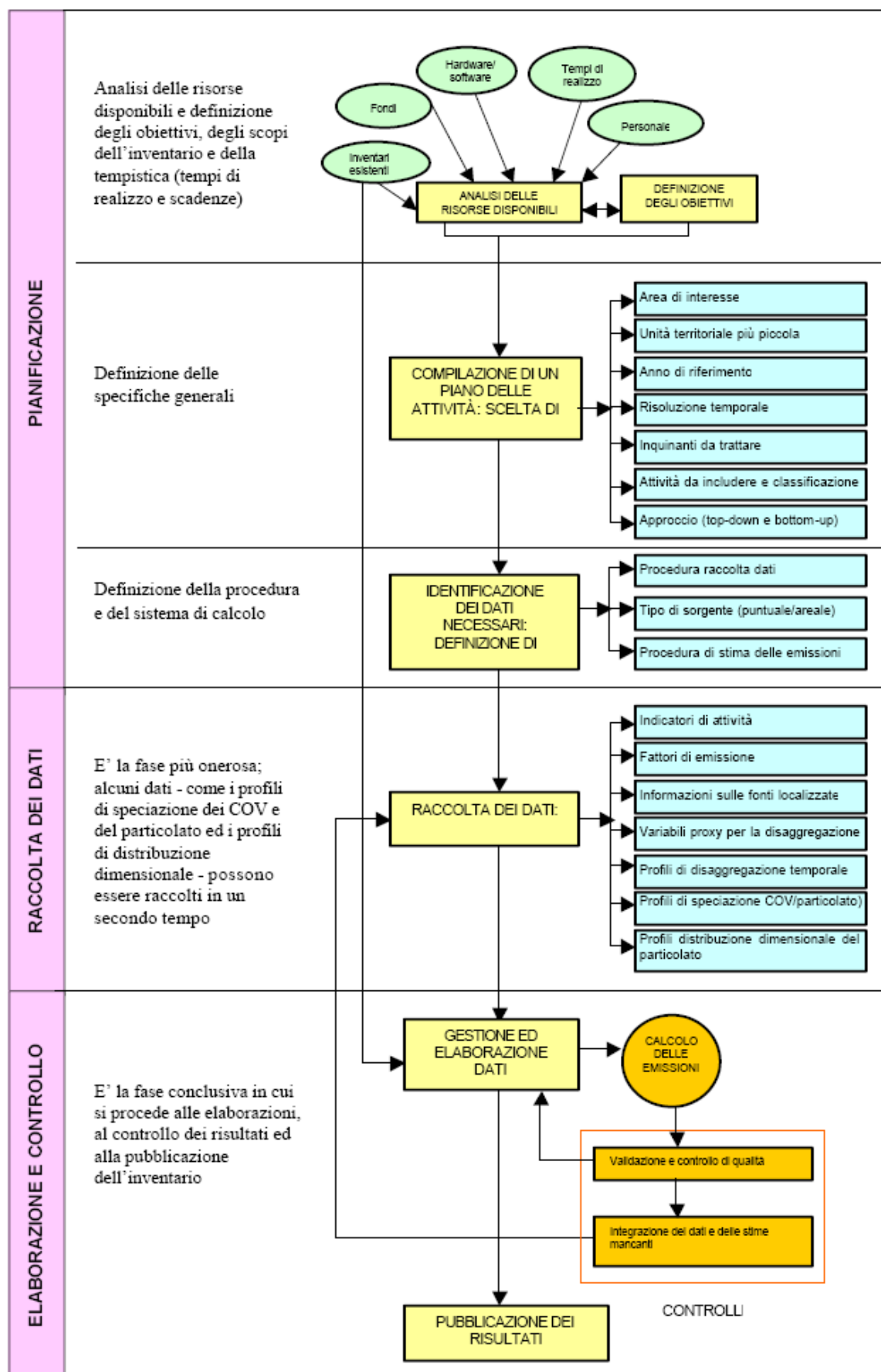


Diagramma di flusso inerente le fasi per la predisposizione di un inventario locale delle emissioni

#### 2.4. *I limiti e le potenzialità emerse dal trattamento analitico della componente atmosferica per la scala locale*

Abbiamo visto finora come esistano differenti approcci e strumenti per approfondire la componente atmosferica, alcuni più sofisticati e complessi, altri di più semplice applicazione, variabili per attendibilità di risultato a seconda dell'ambito di applicazione.

Concentrando la nostra attenzione sulla scala locale, la componente atmosferica è valutabile in maniera immediata mediante l'utilizzo di due indicatori principali, facilmente reperibili nel Sistema informativo territoriale di Regione Lombardia:

- l'indicatore di stato, per cui viene definito lo stato di qualità dell'aria sulla base dei dati reperiti dalle centraline di monitoraggio di Arpa Lombardia localizzate sul territorio regionale, distinte in *stazioni di fondo* se insediate in ampie zone rurali (consentendo di derivare le concentrazioni medie di fondo di un bacino), e *stazioni hot spot*, l'insieme delle centraline urbane utili a individuare l'incremento delle concentrazioni in aree insediate rispetto alle concentrazioni di fondo;
- l'indicatore di pressione, per cui viene definito lo stato di qualità dell'aria osservando le pressioni in atto sul territorio comunale attraverso inventari delle emissioni come *Inemar*, un database progettato per stimare le emissioni comunali dei diversi inquinanti, per ogni attività della classificazione Corinair<sup>79</sup> e per tipo di combustibile.

In complesso, i due indicatori consentono una valutazione globale delle principali sostanze inquinanti presenti e immesse in atmosfera, a livello comunale, ma tuttavia non consentono di osservarne le dinamiche determinanti in quanto il dato è esteso soltanto all'intera superficie del comune, per cui non è possibile attribuire alle diverse fonti di emissione alcun valore significativamente e puntualmente localizzato nelle particelle spaziali più incidenti; per ottenere ciò occorrerebbe condurre analisi alquanto dispendiose e complesse, come quella condotta nel comune di Ceriano Laghetto, reperendo per ogni singola sorgente di pressione informazioni dettagliate e funzionali alla sua localizzazione spaziale.

Di seguito si propone una matrice riassuntiva inerente i limiti e le potenzialità emerse dagli approfondimenti relativi alla componente atmosferica per la scala locale.

<b><i>Strumenti di esplorazione</i></b>	<b><i>Potenzialità</i></b>	<b><i>Limiti</i></b>	<b><i>Utilità ai fini della Vas</i></b>
<i>Centraline rete di monitoraggio della qualità dell'aria (Arpa Lombardia)</i>	Calcolo immediato delle concentrazioni di sostanze inquinanti presenti in atmosfera. Definizione dello stato qualitativo della componente atmosferica in base alle misurazioni effettuate dalle centraline presenti sul territorio regionale	Le centraline Arpa non sono presenti in ogni comune della Lombardia. I valori di concentrazione assegnati ai singoli comuni sono l'esito del valore medio annuo calcolato per l'insieme delle centraline a cui il comune stesso appartiene. Il dato finale, frutto di una elaborazione di valori ricavati su una superficie più ampia di quella comunale, è da attribuire all'intera superficie comunale e non a una singola porzione di territorio del comune stesso	L'utilità delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria ai fini della valutazione ambientale strategica è legata alla possibilità di conoscere mediante rilevazione i valori di concentrazione di sostanze inquinanti presenti in atmosfera in un determinato momento. Le informazioni ricavate dalle centraline concorrono alla definizione del quadro conoscitivo locale valutando lo stato qualitativo dell'aria, senza però dare indicazione alcuna sulle cause di tale stato. E' una misurazione (monitoraggio), indicatore di stato.

<sup>79</sup> La presenza di numerose fonti emissive ha portato alla necessità di elaborare delle codifiche che ne permettessero una classificazione univoca. Nell'ambito del progetto europeo Corinair si è scelto di adottare una nomenclatura unica ed uguale per tutte detta SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution), giunta alla sua ultima revisione nel 1997 e pertanto denominata SNAP97.

<p><i>INEMAR (inventario delle emissioni in aria)</i></p>	<p>Stima delle emissioni effettuata mediante variabili: indicatori di attività, fattori di emissione, dati statistici necessari alla disaggregazione spaziale e temporale.</p> <p><math>Q = A \times FE</math>  <math>Q</math> = emissione annua per ogni inquinante  <math>A</math> = indicatore di attività  <math>FE</math> = fattore di emissione</p> <p>Insieme di variabili proxy per la ripartizione su base comunale (adatti per attività produttive e popolazione).</p> <p>Non sono necessarie notevoli risorse per il reperimento delle informazioni necessarie ai fini della realizzazione dell'inventario.</p> <p>Viene proposta una stima di massima relativa ai valori di emissione per singolo inquinante e tipologia di attività secondo la classificazione europea SNAP 97. Il dato, risultante da disaggregazione alla scala regionale o provinciale, è aggregato alla scala comunale.</p>	<p>L'inventario delle emissioni, è un database costruito per stimare le emissioni in atmosfera.</p> <p>L'accuratezza di tale stima sarà variabile in funzione della precisione dei dati assunti per la realizzazione della stessa. Ogni stima è soggetta ad incertezza, legata alla mancanza di conoscenza di alcuni fattori, che vengono appunto stimati sulla base di elaborazioni statistiche.</p> <p>L'incertezza connessa con un dato di emissione varia notevolmente a seconda del tipo di inquinante, di attività e del livello di disaggregazione spaziale considerato (disaggregazione di dati regionali o provinciali). Esempio: i dati di emissioni di una centrale termoelettrica, ricavati dal censimento delle emissioni puntuali, sono sicuramente più affidabili di quelli stimati per un impianto di taglia inferiore tramite fattori di emissione medi. Analogamente il dato comunale di un'emissione diffusa ha un grado di incertezza maggiore del dato aggregato provinciale o regionale da cui deriva. La metodologia solitamente utilizzata per validare i dati delle emissioni è quella per "approssimazioni successive": i criteri di raccolta dei dati base (indicatori di attività "A", fattori di emissione "FE") dell'inventario delle emissioni vengono man mano rivisti e perfezionati, sulla base delle risorse disponibili e dei risultati ottenuti nelle prime fasi. La precisione richiesta ad un inventario delle emissioni dipende dagli utilizzi che si vuole fare dei suoi dati. Anche se l'inventario delle emissioni derivante da disaggregazione delle informazioni a scala regionale è una utile base di partenza per eventuali sforzi di approfondimento, non può essere affidabile come un inventario locale, riferito cioè ad un territorio limitato, in quanto non è in grado di considerare tutte le specificità presenti in un territorio comunale.</p>	<p>Le informazioni reperibili dalla banca dati INEMAR forniscono un quadro generico di quelle che sono le principali emissioni in atmosfera. Vengono individuate quindi, in linea di massima, le pressioni in atto per la tematica aria, mediante stime ed elaborazioni su valori strutturati per la scala regionale e provinciale. I valori espressi da INEMAR possono essere utilizzati per la VAS nella costruzione del quadro conoscitivo locale, a monte del processo valutativo, al fine di individuare le principali sostanze emesse su di un territorio. INEMAR offre un dato aggregato alla scala comunale sulle pressioni in atto dal punto di vista della qualità dell'aria, senza però dare alcuna indicazione in merito ai fattori che determinano tali pressioni, si conoscono i valori di emissione come dato comunale per inquinante senza poter ricondurre i valori stessi alle diverse fonti emissive presenti in un comune. L'inventario delle emissioni in aria è una stima, soggetta quindi a differenti gradi di incertezza, offre comunque valori di massima sulle emissioni prodotte dall'intero territorio comunale. Una disaggregazione alla scala comunale con variabili proxy forzerebbe ulteriormente il dato (risultante da una disaggregazione di valori per la scala regionale/provinciale) perdendo di significato. Indicatore comunale di pressione, è possibile utilizzare l'inventario per il monitoraggio delle emissioni.</p>
---	--	--	---

<p><i>Inventario locale delle emissioni in atmosfera</i></p>	<p>Consente di considerare tutte le fonti di emissione insistenti sul territorio comunale; consente di definire il quadro complessivo delle pressioni in atto sul territorio comunale; consente trattazioni metodologiche diversificate per singola sorgente emissiva; consente di calcolare i valori di emissione per singola fonte e inquinante considerato; consente di spazializzare le pressioni in atto all'interno della sup. territoriale comunale in griglia di 100 m × 100 m; consente di individuare fisicamente gli ambiti maggiormente incidenti sulla qualità dell'aria; consente di calcolare i valori di emissione annua per ogni sorgente considerata; consente la georeferenziazione dei risultati ottenuti dall'elaborazione; consente di valutare la distribuzione spaziale e l'andamento temporale delle emissioni prodotte dalle differenti fonti considerate; consente di realizzare dei tematismi grafici riguardanti la situazione emissiva comunale; consente di realizzare strati grafici numerici suddivisi per inquinante e per fonte emissiva, sovrapponibili a qualsiasi rappresentazione cartografica comunale; valido strumento per la valutazione di compatibilità di nuovi indirizzi di piano urbanistico.</p>	<p>La raccolta dei dati necessari per la redazione di inventari locali rappresenta la fase più critica e più onerosa in termini di tempo e risorse, sia per la complessità che per la mole di informazioni da recuperare. E' inoltre necessaria una stretta collaborazione tra chi si occupa della fornitura dei dati e chi deve elaborare gli stessi per le simulazioni di inquinamento, dal momento che solamente una parte dei dati necessari per il calcolo delle emissioni generalmente corrisponde ai dati di ingresso e di uscita di un modello di assegnazione delle emissioni. Ulteriore aspetto critico è l'acquisizione di informazioni dettagliate sugli indicatori di attività, sui processi e le tecnologie e sulle emissioni. La disponibilità dei soggetti interpellati a fornire i dati necessari, non esistono infatti obblighi in tal senso né alcuna normativa che favorisca il trasferimento di dati tra enti. Inoltre le informazioni, laddove disponibili, sono spesso riferite ad ambiti territoriali ben più ampi di quelli di interesse per gli inventari locali. La fase di elaborazione dei dati può essere più o meno impegnativa e complessa a seconda del numero di attività e di inquinanti in esame e dalle caratteristiche del sistema di calcolo.</p>	<p>Un inventario locale delle emissioni è un prodotto utile per molteplici applicazioni: Fornisce supporto per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente concorrendo nella definizione del quadro conoscitivo locale, affiancando le misure di qualità dell'aria effettuate dalle reti di monitoraggio regionali (centraline Arpa); Permette la stesura di mappe delle emissioni per la pianificazione territoriale sia per quanto riguarda l'identificazione delle aree "a rischio" (valore di soglia), sia per programmare la distribuzione di nuove possibili sorgenti (destinazioni d'uso dei suoli), a supporto del processo di valutazione ambientale strategica (potenziali effetti scaturiti dalle azioni di piano); Fornisce i dati di input ai modelli matematici di dispersione e meteo per calcolare le concentrazioni al suolo di inquinanti in atmosfera (valutazione per scenari emissivi); Rende possibile l'elaborazione di scenari di intervento al fine di ridurre l'incidenza di uno o più inquinanti in un'area tramite modifiche ai dati di ingresso al modello; E' possibile realizzare una banca dati a cui attingere nel caso di obblighi di legge a cui assolvere (valutazione ambientale strategica, valutazione di impatto ambientale, stesura dei piani urbani del traffico, piani di risanamento, altri piani urbanistici); Consentire la valutazione, attraverso il supporto di modelli matematici strutturati ad hoc, del rapporto costi/benefici sia delle politiche di controllo che di intervento.</p>
--	---	--	---

*Matrice riassuntiva relativa ai limiti e le potenzialità intravedibili per il trattamento della tematica aria, in base ai differenti strumenti di esplorazione della tematica stessa.*

## 2.5. L'utilità del dato inerente alla tematica acqua

L'informazione sul tema delle acque viene resa disponibile in Lombardia tramite la banca dati *Rial*<sup>80</sup>, un sistema informativo tematico finalizzato alla gestione dell'intero ciclo di analisi effettuato su campioni prelevati dai corpi idrici regionali, che comprende diverse fasi dall'accettazione dei campioni all'esecuzione delle analisi, dalla trasmissione del giudizio alla validazione dei risultati, fino all'estrazione degli esiti finali; mediante *Rial* è possibile creare viste, stampare i referti ed estrarre dati in formato ".xls", e l'applicativo è utilizzato da Arpa per archiviare i dati ottenuti sui campioni e produrre statistiche e referti di qualità sulla matrice acque.

Le principali informazioni che possono venire estratte dall'applicativo riguardano: *i*) le analisi sui corpi idrici superficiali; *ii*) l'informazione sui depuratori; *iii*) le notizie relative agli scarichi industriali; *iv*) le coordinate dei punti di prelievo.

<sup>80</sup> Risorse idriche Arpa Lombardia.

<b>Principali informazioni estraibili dalla banca dati Rial per i corpi idrici superficiali</b>				
Provincia	Comune	Punto di prelievo	Data di prelievo	Principali indicatori
Viene indicata la provincia a cui appartiene il tratto di corso d'acqua in esame	Viene indicato il comune in cui è presente il punto di monitoraggio del corpo idrico in esame	Viene indicata la stazione di prelievo con nome e codice identificativo	Viene indicata la data, giorno mese anno, e l'ora del prelievo	Vengono dati i valori degli indicatori sui corpi idrici superficiali (IBE, BOD5, COD, PH, Temp.°C, ecc)
<b>Esempio di estrazione per il fiume Lambro</b>				
(MI)	Cologno Monzese	Staz. di Cologno Monzese, CI015081NR0001	10/01/2007 12:30	PH 8.0 Temp 10.5°C BOD5 5.10 mg/L

<b>Principali informazioni estraibili dalla banca dati Rial per i depuratori</b>		
<i>Tipo di informazione</i>	<i>Spiegazione</i>	<i>Esempio (fiume Lambro)</i>
Provincia	Viene indicata la provincia a cui appartiene il depuratore in esame	(MI)
Proprietà	Viene individuato il proprietario del depuratore (pubblico o privato)	Pubblico
Potenzialità progetto (AE)	Quantità di acqua che può essere trattata dal depuratore. Viene espressa in abitanti equivalenti. E' possibile che il depuratore sia sottodimensionato, tratta più acqua di quella per cui è stato progettato (depurazione parziale con conseguente degrado del corpo idrico)	130.000
Comune	Viene indicato il comune in cui è presente il depuratore	Sesto San Giovanni
Punto di prelievo	Viene indicata la via, il numero civico e l'ente gestore del depuratore	Depuratore comunale (via Manin) CAP gestione scarico terminale
Destinazione acqua	Viene indicato dove scarica l'acqua depurata	Scarico in acque superficiali
Nome corpo idrico superficiale	Viene indicato il nome del corpo idrico superficiale in cui vengono scaricate le acque depurate	Fiume Lambro
Data di prelievo	Viene indicata la data, giorno mese anno, e l'ora del prelievo	07/03/2007 ore 10:20
Leggi	Vengono indicati i riferimenti normativi a cui attenersi per trattamenti di questo tipo	D.lgs. 152/06 tab 1,2,3 in corpo idrico superficiale
Leggi con giudizi	Vengono espressi giudizi in merito ai valori tabellari presenti in normativa	D.lgs. 152/06 tab 1,2,3 in corpo idrico superficiale NON CONFORME
Indicatori	Vengono dati i valori degli indicatori su acque depurate (BOD5, COD, PH, solidi sospesi totali, fosforo, azoto, ecc.)	BOD5 17 mg/l COD 80 mg/l Fosforo tot. 1 mg/l

<b>Principali informazioni estraibili dalla banca dati Rial per gli scarichi industriali</b>		
<i>Tipo di informazione</i>	<i>Spiegazione</i>	<i>Esempio (fiume Lambro)</i>
Proprietà	Viene individuato il proprietario autorizzato a scaricare nel depuratore o direttamente nel corpo idrico (pubblico o privato)	Pubblico
Descrizione	Vengono date indicazioni sull'azienda. Nome, via e paese in cui è insediata, oltre a specificare se quest'ultima scarica nel depuratore, o direttamente nel corso d'acqua	Depuratore consorzio Monza (Via Fermi 105) ALSI srl – scarico terminale
Comune	Viene indicato il comune in cui avviene lo scarico	Monza
Provincia	Viene indicata la provincia in cui avviene lo scarico	(MI)

<b>Principali informazioni estraibili dalla banca dati Rial per la localizzazione dei punti di prelievo</b>		
<i>Tipo di informazione</i>	<i>Spiegazione</i>	<i>Esempio (fiume Lambro)</i>
Codice punto di prelievo	Viene assegnato un codice al punto di prelievo	AR0151499U0001
Comune	Viene indicato il comune in cui avviene lo scarico	Monza
Indirizzo	Viene indicato l'indirizzo	S. Rocco – via Fermi 105

Provincia	Viene indicata la provincia in cui avviene lo scarico	(MI)
Longitudine (Coordinate Gauss-Boaga)	Viene fornita la longitudine	1521004
Latitudine (Coordinate Gauss-Boaga)	Viene fornita la latitudine	5044256

I dati presenti negli esempi delle tabelle sovrastanti offrono la possibilità di conoscere lo stato qualitativo di un corpo idrico e di osservare se vi sono disfunzioni legate agli impianti di depurazione, inadempienze normative inerenti i trattamenti di depurazione, aziende che, in quanto autorizzate, scaricano direttamente nel corpo idrico superficiale, la posizione geografica dei punti di scarico.

Informazioni di tal genere possono essere utili al processo di valutazione ambientale strategica per definire il quadro conoscitivo di partenza degli orientamenti iniziali del piano o programma, offrendo un'indicazione di stato sul corpo idrico, senza tuttavia esprimere indicazioni sulle cause generatrici dell'alterazione dei valori di qualità di un corso d'acqua; sono dati utilizzabili al termine della redazione del piano, nel monitoraggio, e dovrebbero essere messi in relazione con gli scarichi, civili e industriali, riconducendo i valori degli indicatori per i corpi idrici superficiali ai fenomeni che ne determinano i valori.