



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Armonizzazione fra inventari regionali e nazionale: l'utilizzo in GAINS-Italia e MINNI per gli scenari di emissioni e concentrazioni

Conferenza finale del progetto INEMARTE – 15 dicembre 2017

Antonio Piersanti, Giovanni Vialetto, Ilaria D'Elia
ENEA - Laboratorio Inquinamento Atmosferico



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



- Finalità del lavoro
- Il sistema modellistico MINNI
- Il processo di armonizzazione
- Differenze emerse dall'analisi degli inventari regionali (2010)
- Dopo l'armonizzazione: scenari di emissioni e qualità dell'aria

Finalità dell'armonizzazione

Fornire gli elementi di base
per la valutazione dell'efficacia
delle misure di Piano.
Soddisfare i requisiti del d.lgs.155/2010.

Attraverso modelli in uso presso ENEA ed
ISPRA da rendere disponibili alle Regioni
per le proprie valutazioni



Sviluppo di scenari emissivi regionali
(2005 - 2030)

Mappe di deposizione/concentrazioni
(media annuale, 20 km x 20 km)

Dati di input (scenari) per l'applicazione di
modelli ad alta risoluzione

Armonizzazione delle stime del
modello con gli inventari delle
emissioni per definire il set di
dati da cui calcolare le proiezioni

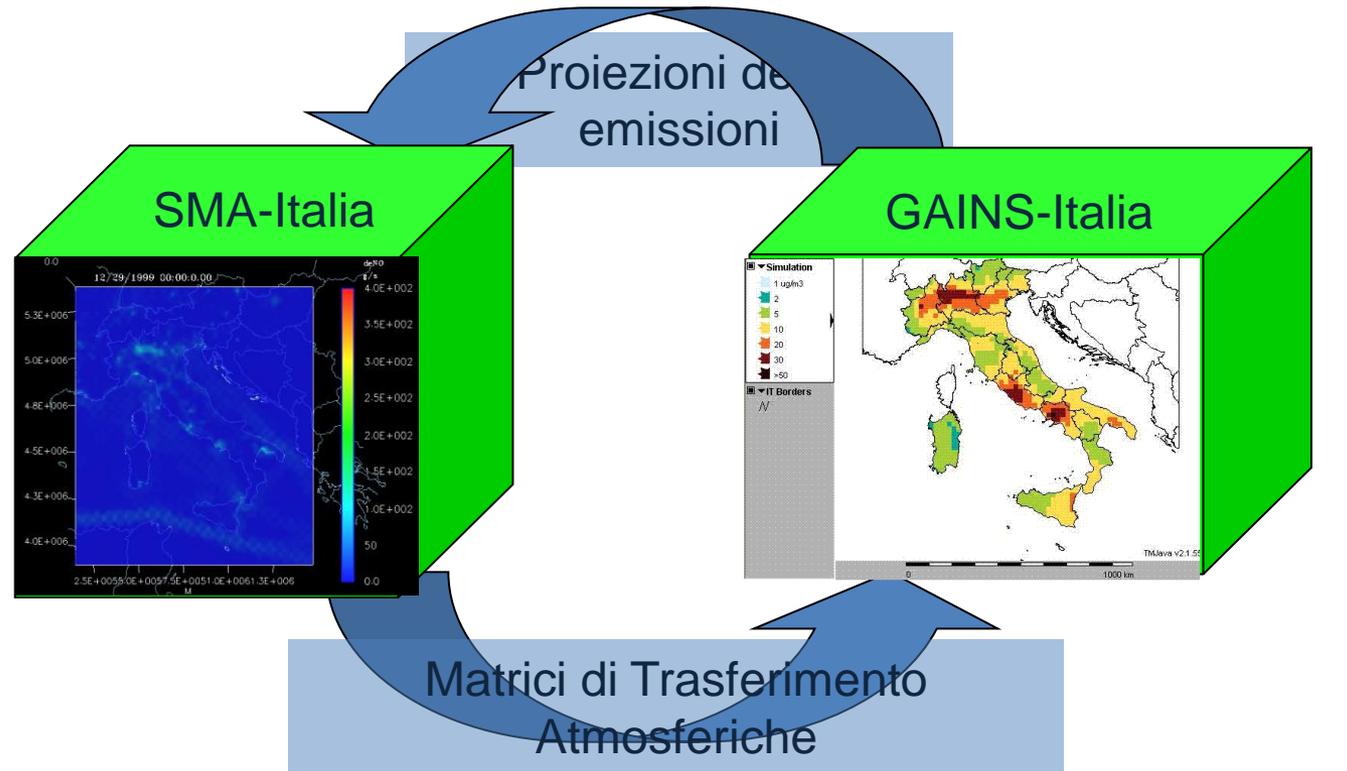
Analisi di tutti gli inventari
regionali esistenti

MINNI: Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico



www.minni.org

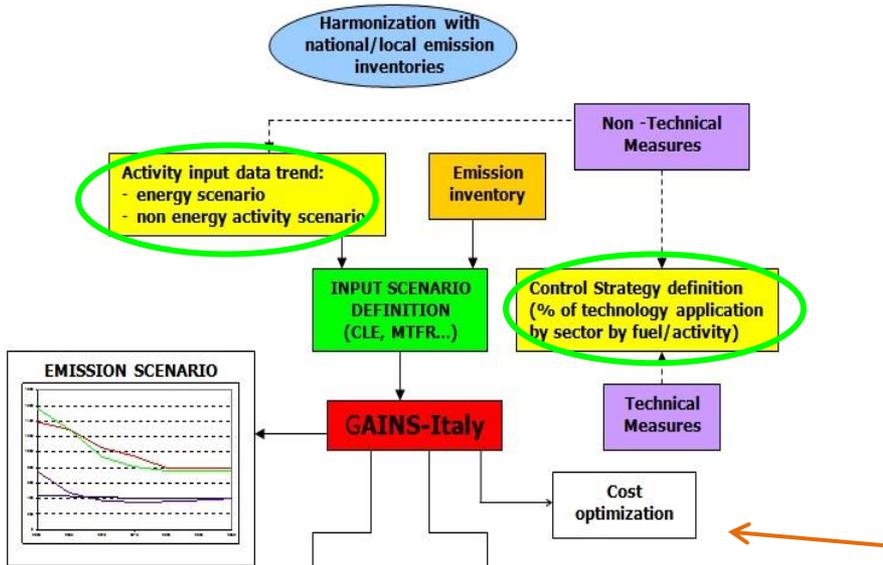
- Progetto ENEA finanziato dal 2002 al 2012 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
- Sviluppato da ENEA in collaborazione con **Arianet s.r.l.** (Milano) e **IIASA** (International Institute for Applied Systems Analysis - Vienna)



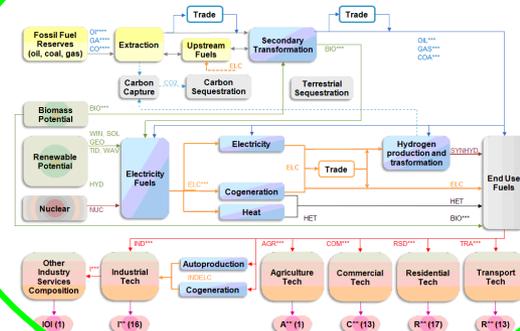
SMA: Sistema Modellistico Atmosferico

GAINS: Greenhouse gas and Air pollution Interaction and Synergies

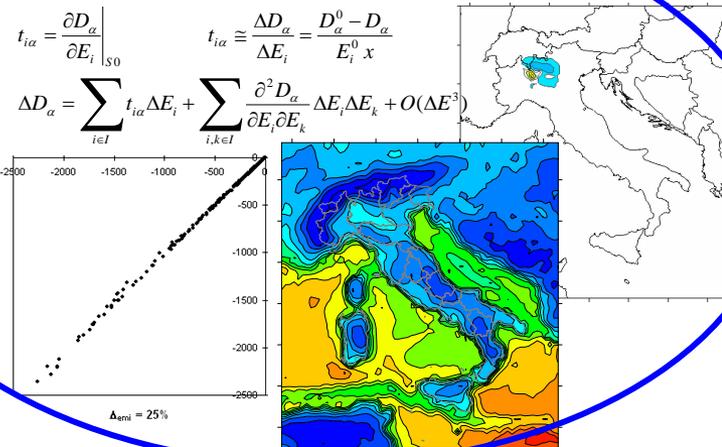
GAINS-Italia



Modelli energetici (Markal, TIMES, PRIMES...)



Modelli Qualità Aria (attraverso ATM)



Scenari
emissivi

Matrici di
trasferimento

Modulo di ottimizzazione costo-efficacia degli scenari

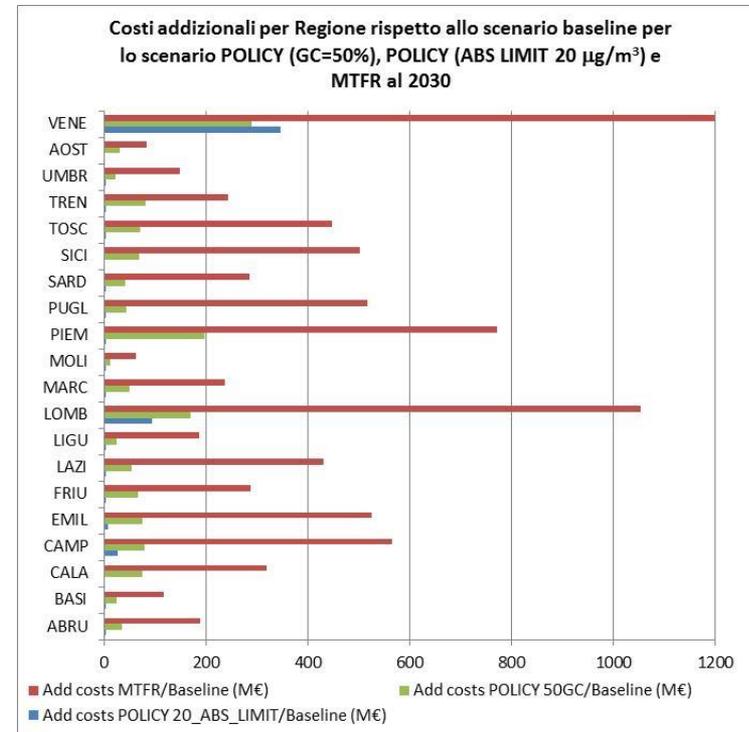
sulla base di uno o più target ambientali/salute definire un qualunque scenario di policy ed ottenere a livello regionale costi, misure e riduzione delle emissioni necessari a raggiungere il target

- Ottimizzazione di tipo lineare
- Scenari di ottimizzazione con approccio tecnologico
- Definiti scenario e anno da ottimizzare, il tool produce:

lo scenario *baseline*

lo scenario *policy* relativo al vincolo/i di ottimizzazione scelto/i;

lo scenario *MTFR* (Maximum Technically Feasible Reduction).



Approccio Gap Closure

Ogni Regione deve ridurre il gap tra scenario *BASELINE* e *MTFR*

Approccio Valore Assoluto

Coinvolte solo le Regioni con superamenti

Scenario MTR

In quanto scenario di minima emissione raggiungibile e di massimi costi, fornisce un'indicazione delle potenzialità di applicazione delle tecnologie per Regione

GAINS-Italia

Da molti anni ENEA ha reso disponibile on line il modello GAINS-Italia, per consentire a chiunque di utilizzare gli scenari emissivi sviluppati da ENEA e sviluppare autonomamente propri scenari emissivi.

nuova versione: <http://gains-italy.enea.it>

vecchia versione (ancora funzionante per qualche tempo):
<http://gains-it.bologna.enea.it/gains/IT/index.login?logout=1>

si potrà comunque sempre accedere dal sito del progetto MINNI www.minni.org seguendo il link per GAINS_Italia online

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventario Nazionale delle Emissioni

Per armonizzazione si intende:

le emissioni calcolate all'anno di riferimento (ora 2005, 2010 e 2015) nell'inventario e nell'analisi del modello devono essere tra esse coerenti.

La necessità dell'armonizzazione deriva da:

- calibrazione del modello all'anno base rispetto ad un riferimento indipendente
- opportunità di uniformare le analisi di scenario alla metodologia in uso in ambito Unione EU e Convenzione ONU-ECE CLRTAP, dove l'armonizzazione è una prassi consolidata.

Il livello di confidenza nelle proiezioni future del modello è strettamente legato alla sua capacità di riprodurre, entro un limite accettabile, le emissioni di inventario.

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventario Nazionale delle Emissioni: differenza di metodi di calcolo

Calcolo delle emissioni in GAINS-Italia

$$E = \sum_j \sum_k Act_j * Ef_j * (1 - \eta_{jk}) * Af_{jk}$$

Act_j = Livello di Attività settore J

Ef_j = Fattore di Emissione NON abbattuto nel settore J

*(1 - η_{jk}) * Af_{jk} = Abbattimento per effetto della tecnologia K nel settore J*

Calcolo delle emissioni nell'Inventario

$$E_j = Act_j * EF_j$$

EF_j = Fattore di Emissione Totale (incluso abbattimento) nel settore J

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventario Nazionale delle Emissioni: differenza di classificazioni

GAINS utilizza un proprio sistema di classificazione delle sorgenti, per cui è stata costruita una prima associazione tra sorgenti emittive del modello GAINS e quelle contenute nell'inventario (che utilizza nomenclatura SNAP, NFR)

a settori GAINS differenti può corrispondere lo stesso codice SNAP

GAINS code	SNAP code
PR_CEM	030311, 040612
PR_GLASS	030314-030317, 040613
DRY	060202
DRY_NEW	060202
PR_ALPRIM	040301
PR_ALSEC	030310
PR_ALSEC	030322

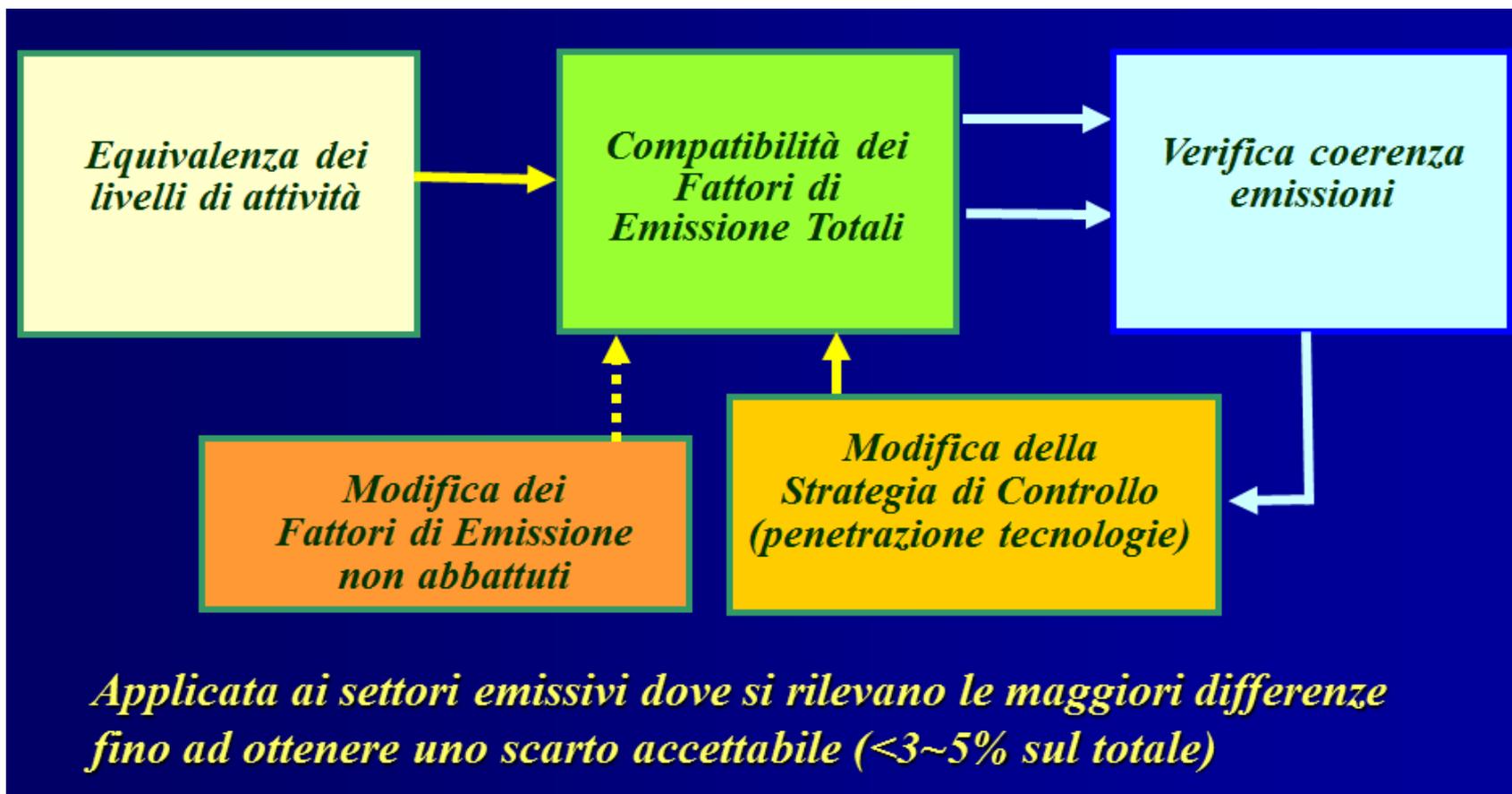


GAINS code	SNAP code	Inquinante
SNAP 01		
PP_EX, PP_NEW	0101, 0102	All
CON_COMB, PR_REF, WASTE_FLR	0103, 0104, 0401, 090203	All
SNAP 02		
DOM	tutto il gruppo 02	All
SNAP 03 e 04		
IN_BO, IN_OC tranne IN_CHEM_OC, IND_OTH	tutto il gruppo 03 e 04 tranne 0401, 0404, 0405, 040605-08	COV
IN_BO, IN_OTHER_OC	0301	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , CO ₂
PR_COKE	040201, 040204	SO ₂ , PM ₁₀
PR_PIGI, PR_PIGI_F	040202, 040203	PM ₁₀
PR_BAOX	040206	PM ₁₀

a differenti codici SNAP può corrispondere lo stesso codice GAINS

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventario Nazionale delle Emissioni: differenza di metodi di calcolo



Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventari Regionali delle Emissioni

1. Viene effettuata l'armonizzazione tra le emissioni calcolate dal modello GAINS-Italia e l'inventario nazionale ad un anno scelto come riferimento (ora 2005, 2010 e 2015)
2. Le emissioni armonizzate del modello GAINS-Italia sono scalate a livello regionale (approccio top-down)
3. La procedura di armonizzazione applicata a livello nazionale viene ripetuta con le Regioni che rendono disponibile l'inventario (approccio bottom-up)

Anno di riferimento attuale per l'armonizzazione con gli inventari regionali: 2015.

Il processo è già stato applicato negli anni 2000, 2005, 2010.

Le differenze consistenti che erano emerse nelle prime armonizzazioni si sono notevolmente ridotte.

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventari Regionali delle Emissioni Scenari nazionali e regionali disponibili

SEN2014 : basato sulla Strategia Energetica Nazionale approvata dal Governo nel marzo 2013, ulteriormente rifinito nel settembre 2013 per tenere conto di alcune modifiche nel frattempo introdotte da ISPRA nell'inventario nazionale delle emissioni (biomasse, trasporto su strada).

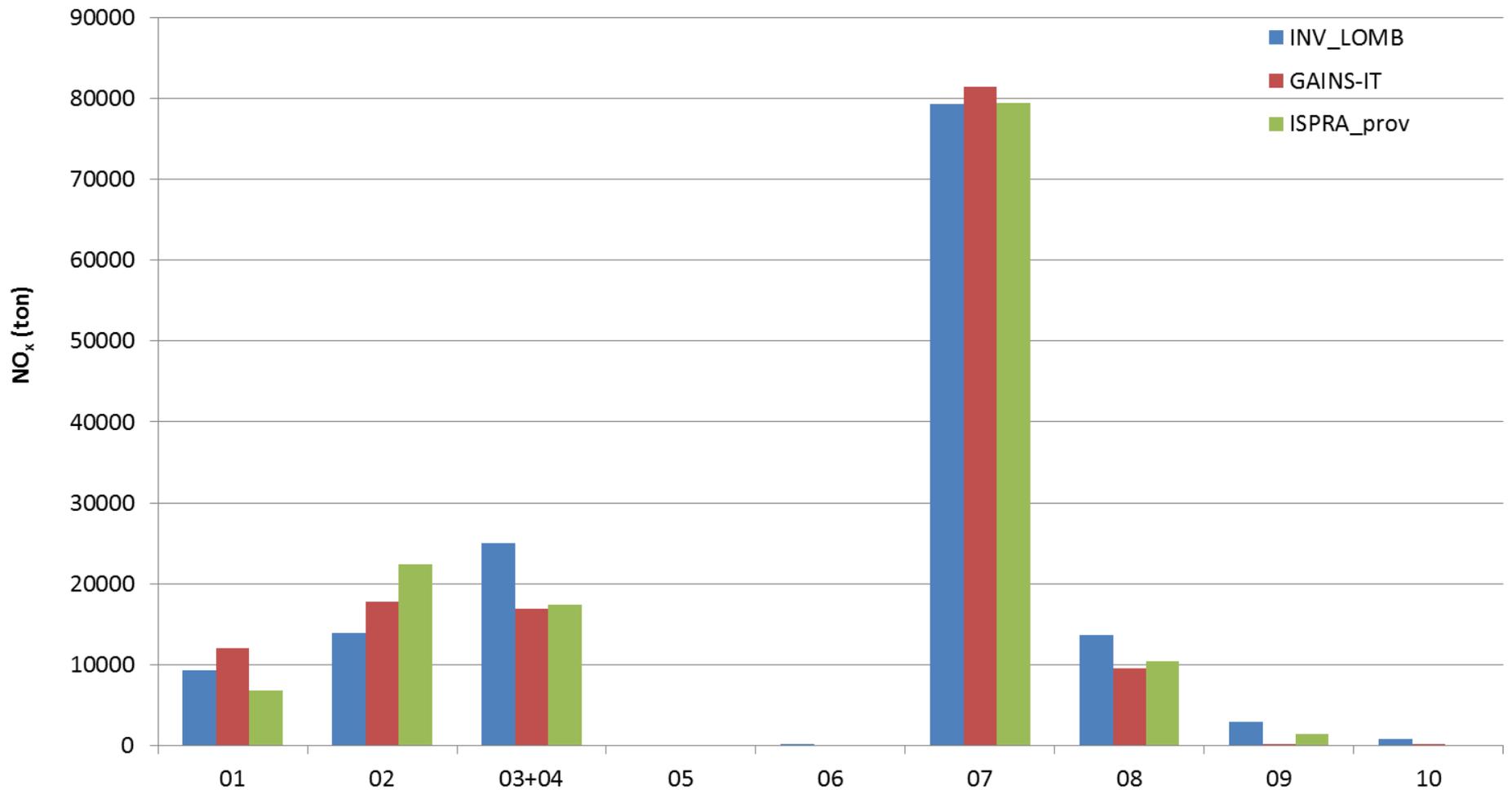
Regionalizzato ed armonizzato con gli inventari (nazionale e regionali) del 2010, è stato reso disponibile on line come scenario pubblico accessibile a tutti gli utenti

SEN2017 : basato sulla proposta di Strategia Energetica Nazionale, attualmente in discussione. E' in corso di aggiornamento per tenere conto delle modifiche introdotte in sede di approvazione governativa.

Una volta ultimato ed armonizzato con gli inventari nazionali del 2005, 2010 e 2015, verrà regionalizzato per armonizzarlo con gli inventari regionali del 2015 e generare scenari regionali aggiornati.

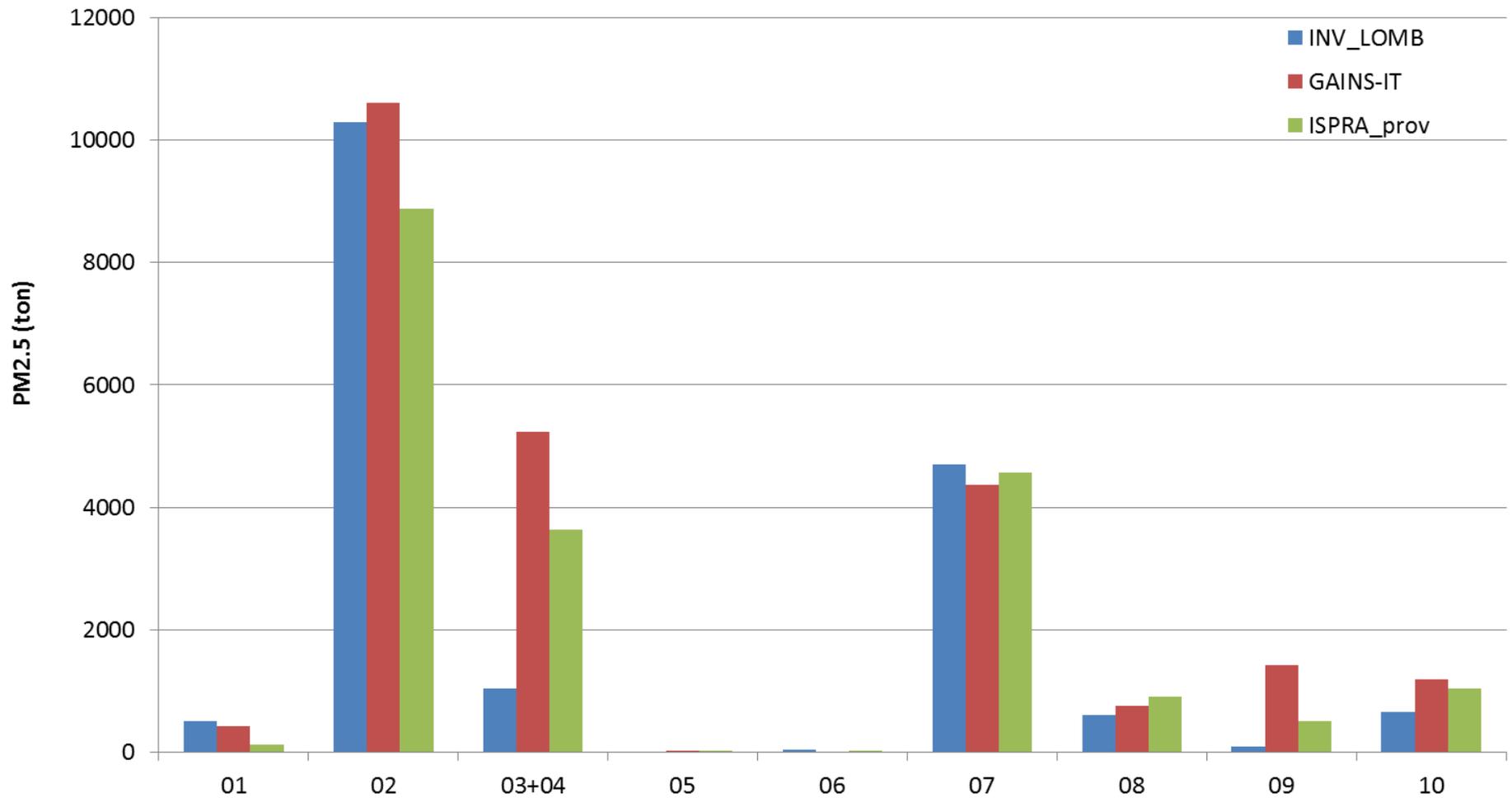
Il processo di armonizzazione

Emissioni NO_x - Regione Lombardia - anno 2010



Il processo di armonizzazione

Emissioni PM2.5 - Regione Lombardia - anno 2010



Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventari Regionali delle Emissioni trattamento delle differenze

- Sostanziale comparabilità tra le stime nazionali e la somma degli inventari regionali, e tra stime nazionali regionalizzate e stime regionali
- Confronto tra stime del modello ed inventari più accurato per quegli inquinanti dove il calcolo delle emissioni è più consolidato, come lo zolfo, l'azoto, l'ammoniaca, l'anidride carbonica, mentre maggiori differenze sono emerse per quegli inquinanti dove maggiori sono le incertezze, e cioè COV, particolato e metano. Un discorso a parte va fatto per il protossido di azoto, gas le cui stime di emissione sono soggette ad incertezze notevoli
- Là dove le differenze sono risultate significative, è stata condotta, in collaborazione con le Regioni o le Agenzie Regionali, una analisi approfondita per risalire alle cause e se possibile correggerle

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventari Regionali delle Emissioni PM10

- Le stime complessive di PM10 sono in buon accordo ma enormi incertezze sono insite nella stima delle emissioni dalla combustione della legna nel civile (quantità di legna, fattori di emissione, share).
- Dal 2013 l'ISTAT ha diffuso statistiche sulla quantità di legna consumata e sullo share tra le varie tipologie di impianti, fornendo una stima dei consumi di legna omogenea su tutto il territorio nazionale e basata su una metodologia di calcolo condivisa
- Rimane aperta la questione dei fattori di emissione da usare, anch'essi estremamente incerti e variabili (i fattori di emissione del GAINS-Italia sono come al solito coincidenti con quelli utilizzati per l'inventario nazionale)

	FE (g/GJ)			
	GAINS-Italia	Inemar	Techne	GAINS-Eu
020206 Camino aperto	516	860	840	526
020207 Stufa tradizionale	486	480	780	502
020208 Camino chiuso	139	380		158
020209 Sistema BAT a legna o stufa pellets	149	76	29	25
020210 Stufa o caldaia innovativa	177	380		186
020202 Caldaia manuale	240		480	
020202 Caldaia manuale a pellet	24			

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventari Regionali delle Emissioni VOC

- Riscaldamento civile - Come per il particolato
- Trasporti stradali - Differenze concentrate soprattutto nei motorini, dove è difficile reperire un dato univoco ed uniforme. Dal 2013 sono disponibili dei dati regionalizzati sul parco motorini forniti ad ISPRA dalla motorizzazione (rimane il problema delle percorrenze)
- Trasporti fuori strada - Differenze nelle stime di emissione dalla navigazione da diporto, altro settore con dati di incerta derivazione, e su cui quindi sarebbe auspicabile un approccio comune
- Solventi - Differenze principali nella verniciatura. Utile un confronto sui dati utilizzati, cioè quantità di solvente presente nelle vernici e fattori di emissione, anche con riferimento ai dati nazionali

Il processo di armonizzazione

Armonizzazione con Inventari Regionali delle Emissioni CH₄

differenze significative;

- Trasporto gas – Difficoltà ad individuare con precisione la causa delle differenze osservate. Sembra che il problema possa risiedere sia nell'individuazione corretta del dato di attività, che nei fattori di emissione usati, problema quest'ultimo riguardante principalmente le differenze osservate con gli inventari INEMAR
- Trattamento delle acque reflue - quantità residuale rispetto al totale delle emissioni di metano. Problema essenzialmente metodologico
- In entrambi casi un approccio coordinato tra gli estensori degli inventari aiuterebbe moltissimo ad uniformare le stime

dopo l'armonizzazione: scenari di emissioni e qualità dell'aria

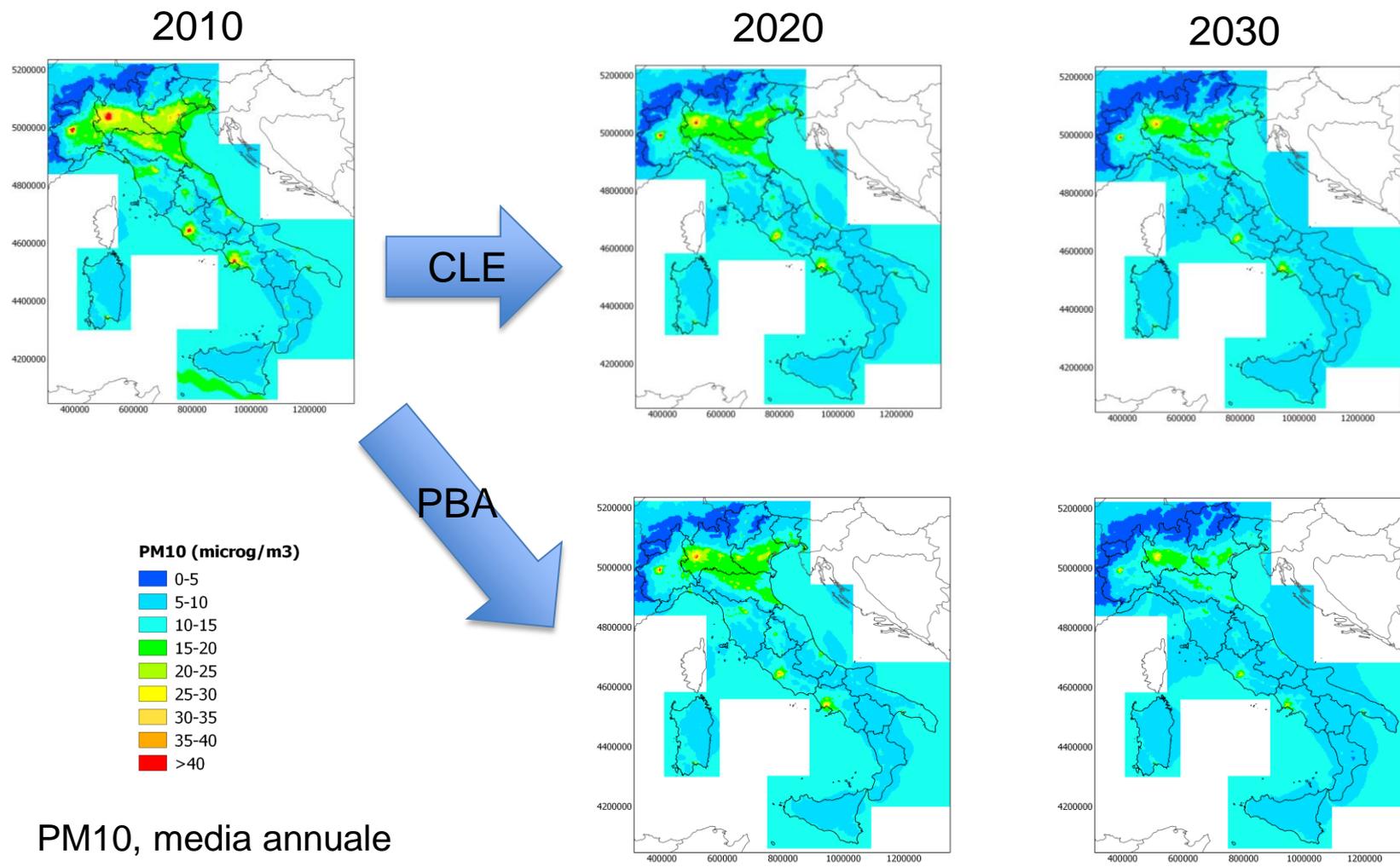
Attraverso gli scenari emissivi, valutazione della qualità dell'aria nel futuro :

- efficacia dei piani e necessità di misure aggiuntive
- valutazione dei costi e dei benefici delle misure di abbattimento delle emissioni

Esempio:

- valutazione preliminare degli effetti dell'Accordo di Bacino Padano 19/12/2013, per il MATTM:
 - ✓ selezionate misure su riscaldamento domestico (cert. ambientale generatori calore, riqualificazione energetica edifici), traffico stradale (limite velocità in autostrada, penetrazione veicoli elettrici), agricoltura (dieta basso-proteica per bovini, interrimento fertilizzanti con urea)
 - ✓ misure valutate con GAINS-Italia + post-elaborazioni: scenario PBA
 - ✓ simulazioni del SMA su scenari CLE e BPA, su 2020 e 2030, per PM10, PM2.5, NO₂, O₃ (concentrazioni medie annuali, percentili delle concentrazioni medie orarie e giornaliere)

dopo l'armonizzazione: scenari di emissioni e qualità dell'aria



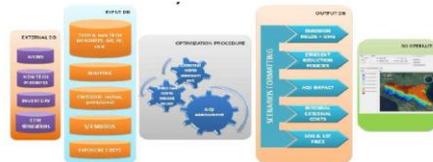
dopo l'armonizzazione: scenari di emissioni e qualità dell'aria

- Utilizzo dello scenario CLE nei piani regionali:

Identificazione delle azioni che possono consentire il raggiungimento degli obiettivi del piano (RIAT+)

analisi del database delle azioni OPERA/GAINS-I

- 2200 azioni tecniche (GAINS-I) e non tecniche/di efficienza energetica (Life-OPERA)
- ad ogni azione sono associati i dati di:
 - RE (efficienza di abbattimento) per ogni inquinante
 - AR (tasso di applicazione)
 - Massimo tasso di applicazione
 - Costo unitario



7. GLI SCENARI EMISSIVI E GLI OBIETTIVI DI RIDUZIONE

7.1 Scenari emissivi e di qualità dell'aria

Per valutare l'evoluzione nel tempo della concentrazione di PM10 in Emilia Romagna e stimare l'orizzonte temporale entro il quale si potrà raggiungere il rispetto dei limiti, sono state analizzate le proiezioni delle emissioni inquinanti ed è stato valutato il loro potenziale impatto sulla qualità dell'aria. Per la descrizione dettagliata degli scenari emissivi e di qualità dell'aria richiamati nel seguito si rimanda al Quadro Conoscitivo.

Lo scenario tendenziale, denominato "**CLE-ER 2020**" (**SCENARIO NO PIANO**), per quanto attiene all'Emilia-Romagna oltre ad usare l'evoluzione prevista dalla Strategia Energetica Nazionale (SEN 2013) approvata con Decreto Interministeriale 8/3/2013 proiettata sullo scenario emissivo dallo Scenario Energetico Nazionale (SEN 2013) "regionalizzato", tiene in considerazione le variazioni emissive dovute ai piani regionali settoriali già adottati o in fase di avanzata adozione relativamente al traffico (PRIT), alla produzione e consumo di energia (PER), alle modalità di spandimento dei concimi di origine animale (Regolamento Regionale n. 1/2011), mentre per le regioni confinanti utilizza le emissioni dell'inventario nazionale (ISPR 2005) proiettate al 2020 secondo lo scenario nazionale SEN2013.

Emilia-Romagna

dopo l'armonizzazione: scenari di emissioni e qualità dell'aria

• Utilizzo dello scenario CLE nei piani regionali:

4.1.1 DESCRIZIONE DELL'APPROCCIO METODOLOGICO UTILIZZATO PER LA COSTRUZIONE DELLO SCENARIO EMISSIVO TENDENZIALE

Per la costruzione degli scenari emissivi "tendenziali" o "CLE", si sono considerate separatamente:

- le emissioni puntuali;
- le emissioni diffuse non da riscaldamento;
- le emissioni diffuse da riscaldamento;
- le emissioni da traffico veicolare.

Gli scenari tendenziali sono stati elaborati per gli anni 2015 e 2020. La costruzione degli scenari emissivi tendenziali per le fonti puntuali e diffuse è stata valutata per ogni singola attività utilizzando le emissioni INEMAR 2008 e le variazioni tra il 2005 e il 2015 – 2020 previste dagli scenari regionali di *GAINS-Italia*. Nel seguito sarà descritta la metodologia utilizzata, preceduta da una descrizione del sistema GAINS su cui si è basata la costruzione degli scenari. Le emissioni da traffico sono state ottenute applicando la metodologia di riferimento europea COPERT IV, sulla base di una stima di parco veicolare al 2015 e 2020 e ipotesi riguardanti l'evoluzione dei consumi di carburanti.

Le stime di emissioni per gli scenari tendenziali, ottenuti con i metodi descritti, sono state messe a confronto con i risultati dell'ultima edizione disponibile dell'Inventario, riferiti all'anno 2008.

4.1.1.1 Il modello GAINS Italia

Il sistema GAINS, originariamente RAINS Regional Air Pollution Information and Simulation (RAINS), è stato sviluppato dall'International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (*M.Amman et al. 2004*).

RAINS combina informazioni sullo sviluppo economico ed energetico, sui potenziali di riduzione delle emissioni e i costi connessi all'adozione di sistemi di abbattimento delle emissioni, consentendo di fornire scenari emissivi futuri, i relativi costi e gli scenari di valutazione d'impatto.

Successivamente al 2005, la metodologia RAINS è stata ulteriormente estesa per includere anche i gas a effetto serra (*GreenhouseGases, GHGs*) al fine di considerare le sinergie e i controeffetti tra inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici, dando così vita al *Modello di Valutazione Integrata GAINS, Greenhouse Gas - Air Pollution Interactions and Synergies*.

La versione italiana del modello GAINS (GAINS-Italia) è stata implementata come modulo del *modello di impatto integrato MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale – www.minni.org)*. MINNI, nato nel 2002 su impulso del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, che ne ha affidato lo sviluppo ad ENEA e ad AriaNET srl (*F. Monforti, giugno 2007*), include una catena modellistica analoga a quella utilizzata per le simulazioni di qualità dell'aria qui presentate, basata sul *modello chimico-dispersivo FARM (http://ita.arpalombardia.it/ita/qaria/doc_SistemaModellistico.asp)*.

Mediante GAINS-Italia vengono fornite da ENEA le emissioni e le proiezioni future delle emissioni a cadenza quinquennale a partire dall'anno 2000 su base regionale, ricavate a partire dagli scenari emissivi valutati per gli stessi anni a livello nazionale. Per l'utilizzo di tali stime a livello regionale è importante che vi sia una consistenza tra i risultati del modello GAINS e le emissioni dell'inventario regionale INEMAR, per gli anni per cui si dispone di entrambi, specie nell'ambito delle elaborazioni per i Piani e Programmi, in particolare se le emissioni per le elaborazioni del caso base vengono costruite a partire dalle stime dell'inventario regionale.

A tale scopo ARPA Lombardia ha collaborato con ENEA alla armonizzazione delle emissioni del proprio inventario INEMAR 2005, con le stime dell'inventario regionale di GAINS Italia per lo stesso anno di riferimento. Nella costruzione degli scenari al 2015 e 2020 e di INEMAR 2008 si è quindi tenuto conto dei risultati ricavati da tale confronto.

4.1.2 LE EMISSIONI PUNTUALI AL 2015 E 2020

INEMAR considera come fonti puntuali localizzate centinaia di impianti, principalmente centrali elettriche, termovalorizzatori, raffinerie, cementifici, vetrerie, alcune grandi aziende nel settore metallurgico e chimico.

Per la stima delle emissioni al 2015 e 2020 CLE si sono introdotte le variazioni tra il 2005 ed il 2015 – 2020 previste degli scenari regionali di GAINS-Italia, interpolando per ricavare l'informazione corrispondente all'anno base 2008 (GAINS, 2011).

Pertanto l'andamento tendenziale delle emissioni puntuali riproduce quanto riportato negli scenari GAINS-Italia per la Lombardia. Tali scenari sono stati ottenuti da ENEA, elaborando differenti dati, tra cui l'inventario delle emissioni nazionale e gli scenari energetici prodotti da ISPRA. Lo scenario energetico nazionale, che descrive l'intero sistema economico, prevedrebbe al 2015-2020 un aumento relativo dell'utilizzo di carbone in abito industriale e di impianti di

Conclusioni

Storicamente si sono sempre individuati almeno i seguenti obiettivi:

- Gli inventari regionali devono essere il più possibile confrontabili sia tra loro sia rispetto alle stime nazionali
- Le comunicazioni sui dati di inventario, con particolare riferimento alle comunicazioni alla Commissione, devono essere coerenti tra loro
- Le basi di dati per le analisi di impatto con modelli atmosferici devono il più possibile essere coerenti tra loro
- Notevoli passi avanti sono ormai stati fatti su tutti e tre gli obiettivi elencati
- L'armonizzazione agli anni base permette l'utilizzo degli scenari GAINS-Italia per i piani di qualità dell'aria nazionali e regionali

antonio.piersanti@enea.it
giovanni.vialetto@enea.it
ilaria.delia@enea.it

