

**PM2014 – SESTO CONVEGNO SUL PARTICOLATO  
ATMOSFERICO**  
Genova, 20-23 Maggio 2014

# **VALUTAZIONE DELLE INTERAZIONI TRA AEROSOL E METEOROLOGIA IN STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI**

*A. Balzarini, G. Pirovano, G.M. Riva*

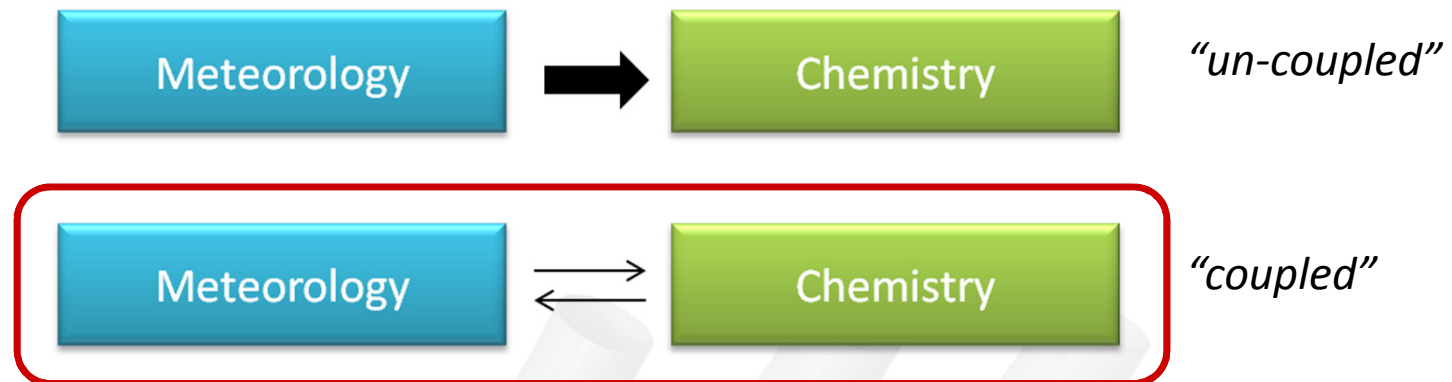


# CONTENUTI

- Introduzione e obiettivi dello studio
- caso studio e configurazione modellistica
- Analisi degli effetti di feedback
- (Analisi di scenario in presenza di effetti di feedback)

# Air Quality - Climate interactions

Weather Research and Forecasting model coupled with chemistry (WRF-Chem, release 3.3.1 - September 2011; Grell *et al.*, 2005)



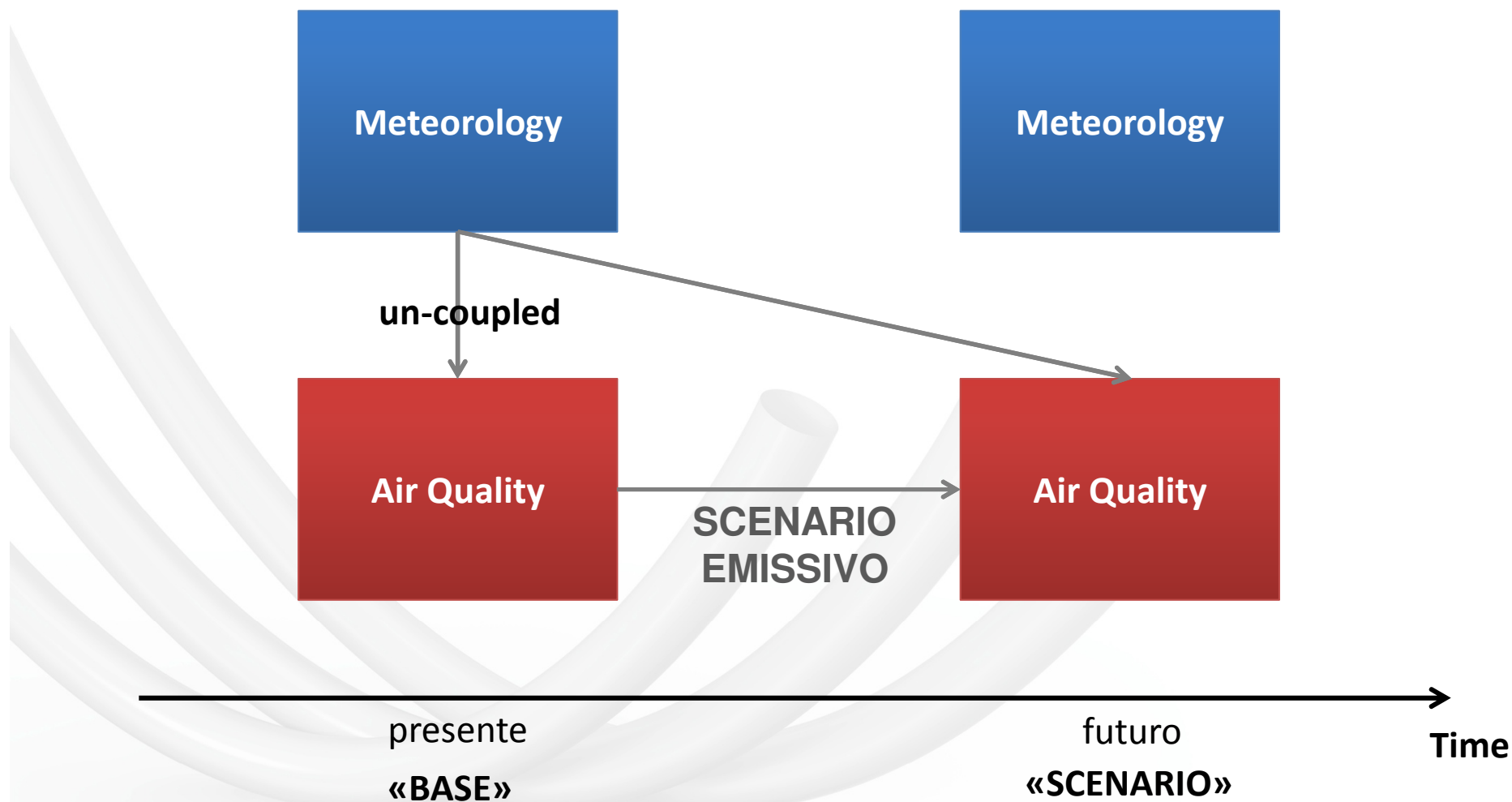
## Advantages:

- transport of all chemical species is done on-line using the same vertical and horizontal coordinates (no horizontal or vertical interpolation);
- same physics parameterization ;
- no interpolation in time ;
- allowed to consider the feedback mechanisms, e.g. aerosol forcing (direct and indirect) on the meteorological processes.

# Feedback effects

- **Direct effect:** scattering (sulfate, OC) and absorption (BC) of shortwave incoming radiation depending on aerosol type and size
- **Semi-direct effect:** aerosol shortwave absorption (BC) reduced cloud cover by reducing relative humidity into the atmospheric layer
- **First indirect effect:** increase cloud droplet number concentrations with lower mean droplet size, that affect cloud cover and then cloud albedo
- **Second indirect effect:** influence on effective radius and hence cloud lifetime and initiation of precipitation

# APPROCCIO TRADIZIONALE







# CASO STUDIO

- WRF-Chem versione 3.4.1 (Settembre 2012)
- **Periodo:** Luglio 2010
- **Dominio computazionale:**
  - 1) **Italia** – 1290x1470 km<sup>2</sup>, 15 km risoluzione orizzontale, 86x98 celle, 30 livelli verticali (50 hPa)
- **Meteorologia – IC & BC:**  
Campi di analisi ECMWF (0.5 gradi, 6 ore)
- **Chimica - IC & BC:**  
Progetto MACC-II (1.125 gradi, 3 ore)
- **Emissioni:**
  - 1) ANTROPICHE: SMOKEv2.6 (ISPRA + EMEP)
  - 2) NATURALI (ON-LINE): sale marino (Gong et al., 2003)  
MEGANv2.4 (Guenther et al., 2006)  
DUST (Shaw et al., 2008)

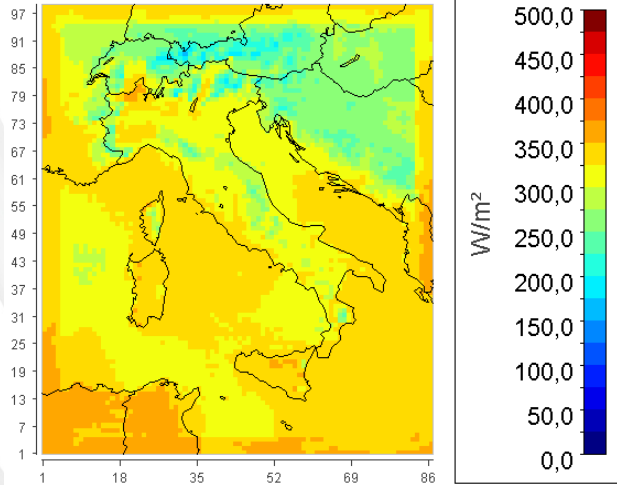


- ➔ **BASE: senza** effetti feedback
- ➔ **FBS: effetti feedback inclusi** (diretti ed indiretti)

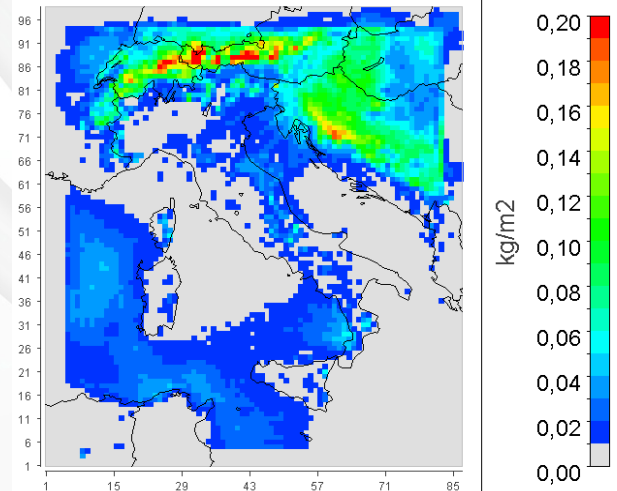
# RISULTATI

## CASO BASE

### SWDOWN

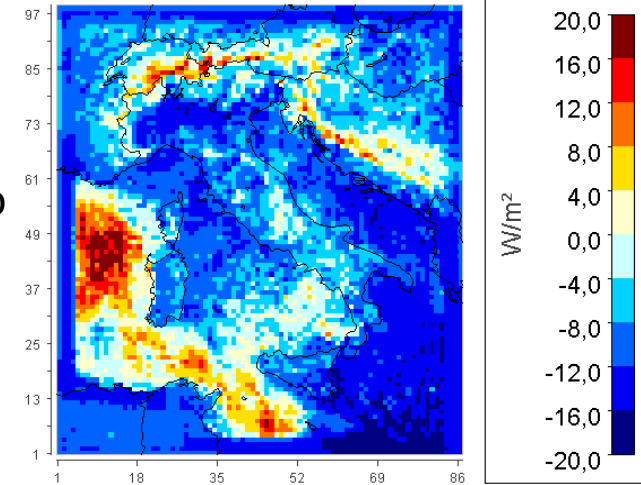


### VERTICALLY INTEGRATED QCLOUD

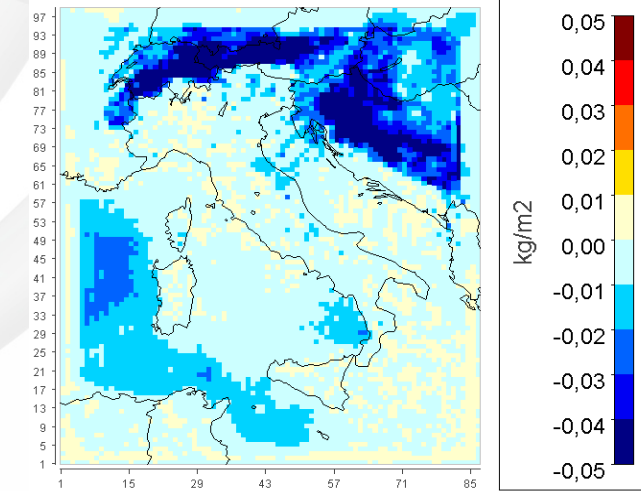


## FEEDBACK - BASE

### SWDOWN



### VERTICALLY INTEGRATED QCLOUD



Differenze rispetto al caso  
base  
**FBS - BASE**

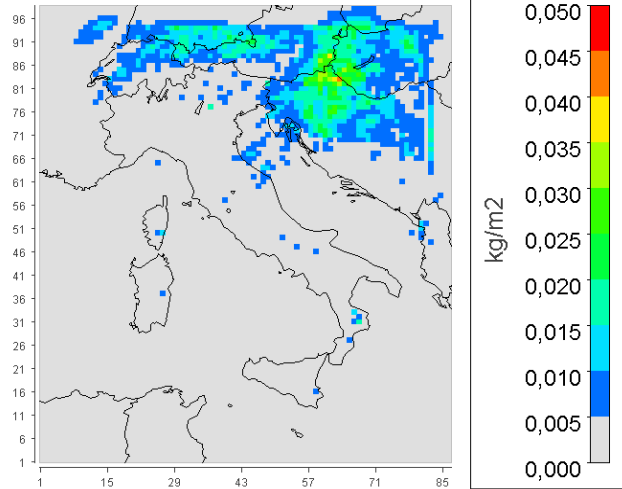




# RISULTATI

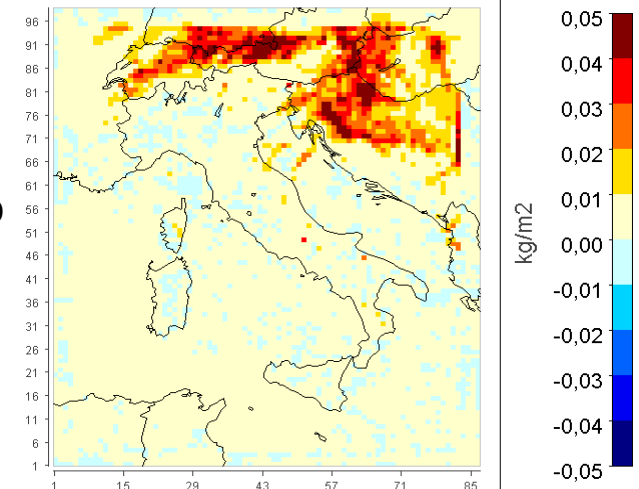
## CASO BASE

### VERTICALLY INTEGRATED QRAIN



## FEEDBACK - BASE

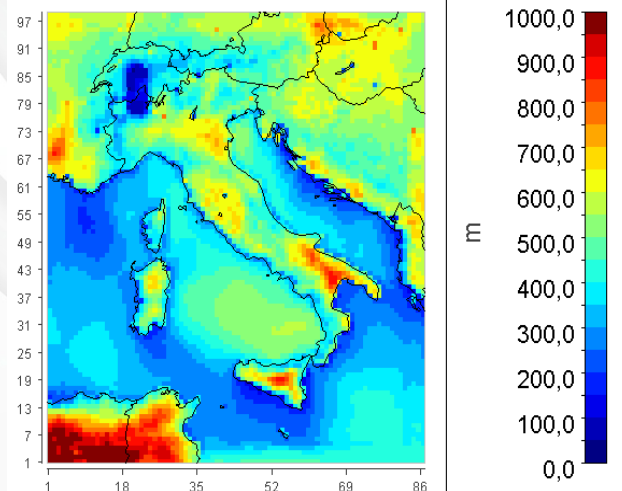
### VERTICALLY INTEGRATED QRAIN



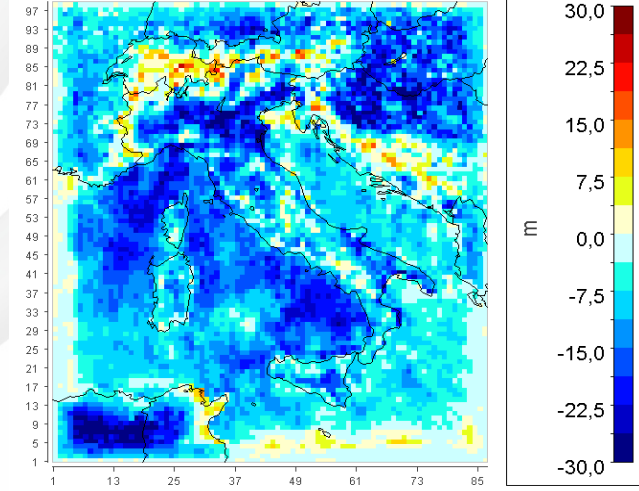
Differenze rispetto al caso  
base  
**FBS - BASE**



### PBLH

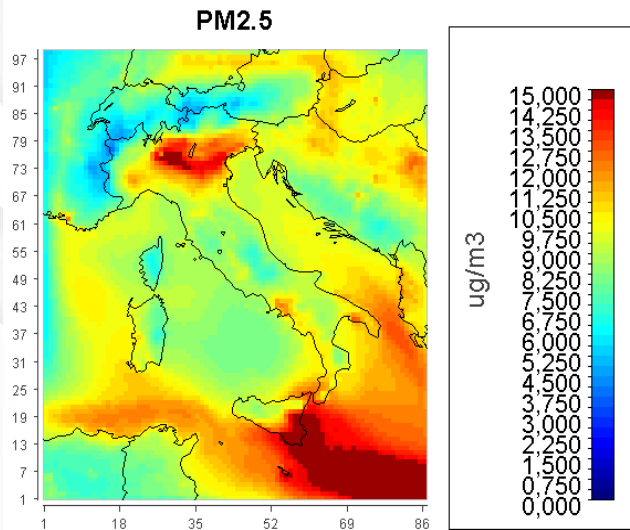
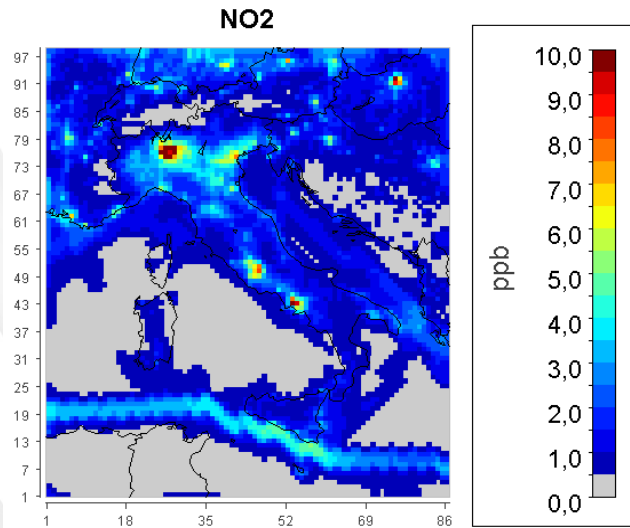


### PBLH

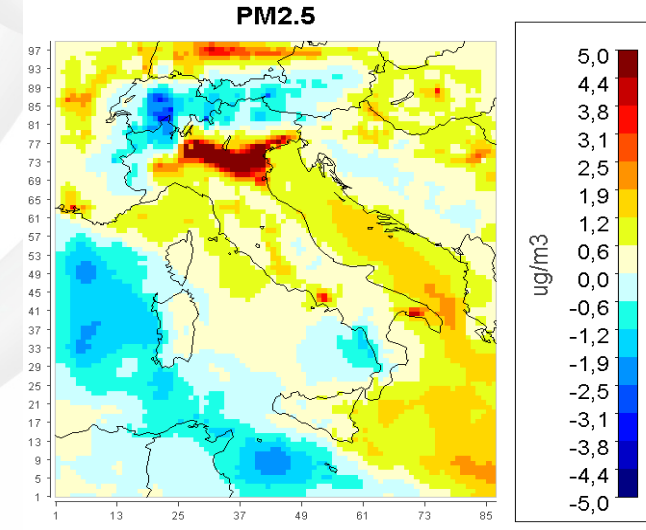
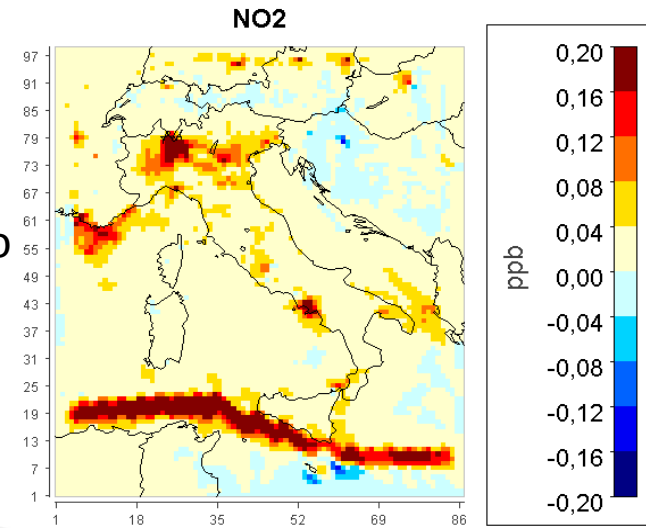


# RISULTATI

## CASO BASE



## FEEDBACK - BASE



Differenze rispetto al caso  
base  
**FBS - BASE**



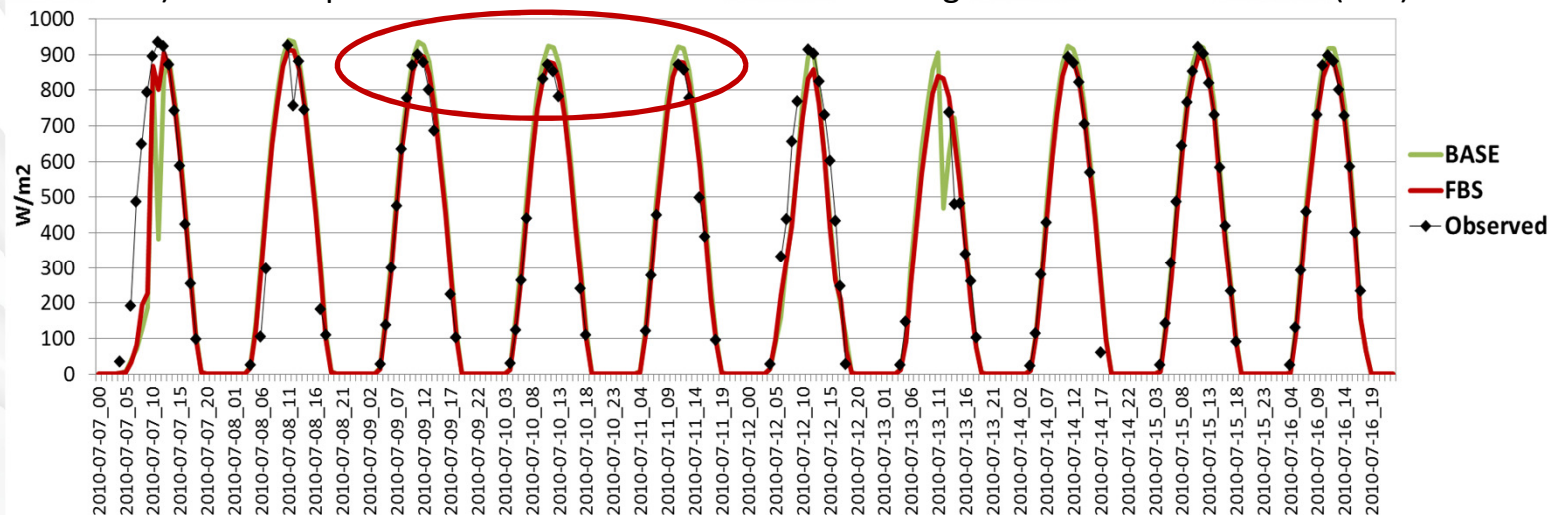
# CONFRONTO CON I DATI OSSERVATI

## - Meteorologia -

a) Performance mensili in 72 stazioni WMO

Variables	Mean Obs	BASE					FBS				
		Mean Mod	NMB %	NME %	RMSE	AC	Mean Mod	NMB %	NME %	RMSE	AC
Temperatura (K)	298.68	296.80	-0.63	0.97	3.63	0.75	296.86	-0.61	0.96	3.58	0.76
Umidità specifica (g/kg)	14.38	13.32	-7.36	17.21	3.19	0.62	13.36	-7.13	17.21	3.18	0.63
Velocità del vento (m/s)	3.45	3.54	2.76	46.93	2.15	0.46	3.52	2.24	46.71	2.15	0.46

b) Serie temporali mensili dei dati orari di radiazione globale nel sito di Milano (RSE)



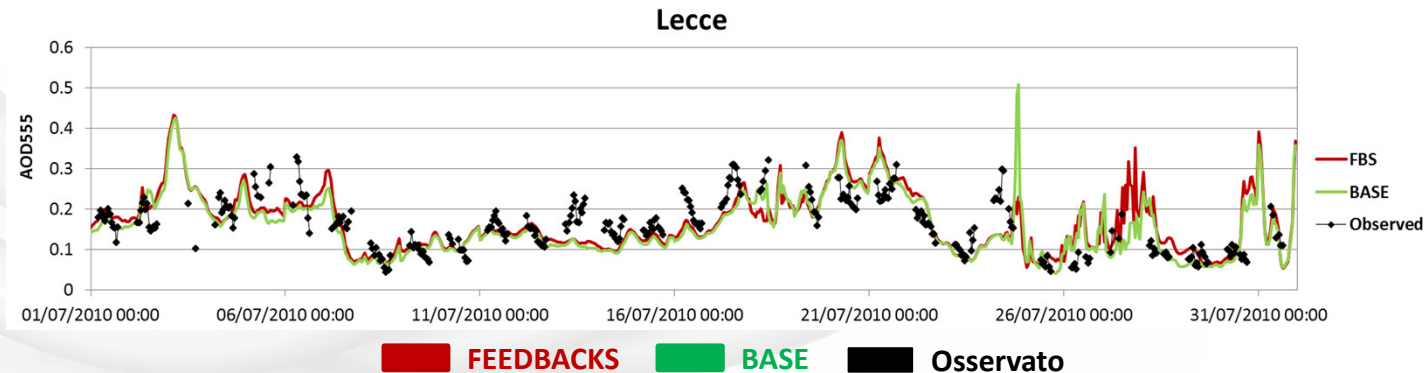
# CONFRONTO CON I DATI OSSERVATI

## - Concentrazioni -

a) Performance mensili in 134 stazioni rurali di background

Compound	Mean Obs	BASE					FBS				
		Mean Mod	NMB %	NME %	RMSE	IOA	Mean Mod	NMB %	NME %	RMSE	IOA
NO <sub>2</sub> (ppb)	4.95	2.40	-51.57	55.71	4.00	0.51	2.46	-50.25	54.66	3.95	0.52
O <sub>3</sub> (ppb)	44.13	42.55	-3.56	18.92	10.66	0.48	42.52	-3.64	18.97	10.69	0.47
SO <sub>2</sub> (ppb)	0.78	0.35	-54.36	70.49	0.76	0.59	0.34	-56.25	71.82	0.77	0.63
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	20.62	11.84	-42.57	45.48	12.19	0.72	12.99	-37.01	42.12	11.51	0.79
PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	14.06	10.72	-23.74	35.30	6.58	0.41	12.64	-10.09	33.28	6.23	0.41

b) Serie temporali mensili dei dati medi giornalieri di AOD a 555 nm nella stazione AERONET di Lecce



# ANALISI DI SCENARIO AL 2030

- Scenario di riduzione delle emissioni sviluppato da ENEA col modello GAINS Italy (ENEA, 2013):

- Scenario energetico sviluppato da ISPRA mediante MARKAL (MARKet ALlocation; <http://www.iea-etsap.org/>)
- Scenario per i macrosettori emissivi non energetici sviluppato da ENEA
- Strategia di controllo basata sulla legislazione nazionale e comunitaria vigente (e.g. LCPD 2001/80/CE; Dir. 692/2008/CE; Dir. 595/2009/CE; Dir. 2004/42/CE)

Unità: ton/dominio/anno

Regioni: Italia+EMEP

	NOx	VOC	NH <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	PM10	PM2.5
EMISSIONI - CASO BASE 2010	2.9E+06	2.0E+06	8.8E+05	1.6E+06	6.1E+05	4.5E+05
EMISSIONI - SCENARIO 2030	2.3E+06	1.9E+06	8.9E+05	1.6E+06	5.8E+05	4.4E+05
VARIAZIONI RISPETTO AL CASO BASE (%)	-19%	-9%	1%	1%	-5%	-3%

➔ **SCENARIO: senza** effetti di feedback

➔ **SCENARIO\_FBS: effetti di feedback inclusi** (diretti ed indiretti)

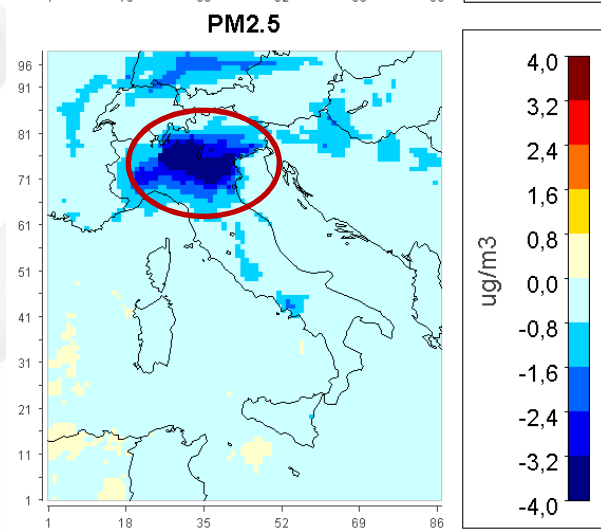
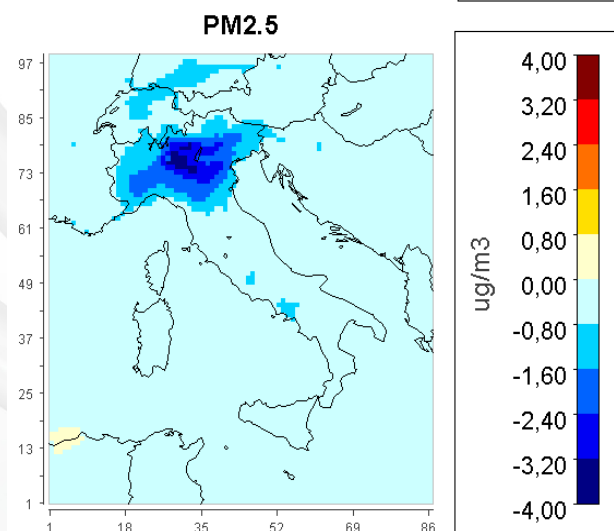
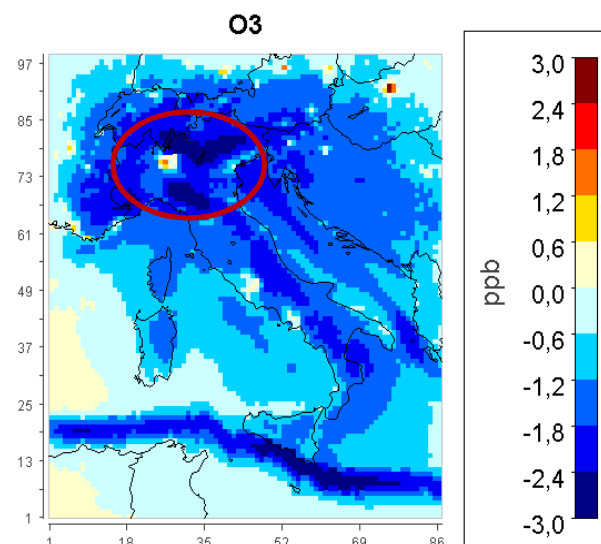
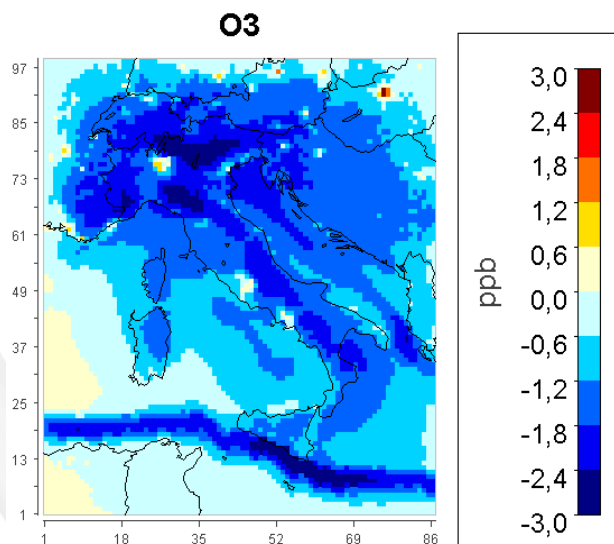
D'Elia and Peschi, LO SCENARIO EMISSIVO NAZIONALE NELLA NEGOZIAZIONE INTERNAZIONALE, ENEA Report, 2013

Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.

# Differenze rispetto al caso base

SENZA FEEDBACK **SCENARIO - BASE**

**CON FEEDBACK**





# CONCLUSIONI

- Gli effetti di feedback tendono a migliorare la ricostruzione modellistica sia dei campi meteorologici sia delle concentrazioni di aerosol, specialmente nelle aree più inquinate del dominio, quali la valle del Po
- I feedback diretti hanno i seguenti effetti in Pianura Padana:
  - 1) Riduzione della radiazione solare incidente ad onda corta di circa  $20 \text{ W/m}^2$  (5%)
  - 2) Riduzione dell'altezza dello Strato Limite Planetario di circa 5% (30 m)
- I feedback indiretti hanno una forte influenza sul contenuto di acqua di nuvola che mostra un decremento locale di circa il 40%
- L'inclusione di entrambi gli effetti diretti e indiretti ha un'influenza trascurabile sulle specie gassose, con variazioni proporzionali a quelle individuate nelle variabili meteorologiche (2-5 %)
- Al contrario, le concentrazioni di aerosol sono fortemente influenzate dagli effetti di retroazione con variazioni del 25 % e 30 % ( $5 \mu\text{g/m}^3$ ), che sembrano perlopiù causate da cambiamenti nei processi dispersivi verticali simulati dal modello

# CONCLUSIONI

- E' stata condotta una prima valutazione dell'effetto delle politiche di controllo delle emissioni sulle interazioni tra aerosol e meteorologia per luglio 2030, utilizzando lo scenario emissivo sviluppato da ENEA.
- I risultati hanno mostrato che :
  - 1) Al 2030 le variazioni nei composti gassosi sono proporzionali alle variazioni delle emissioni. Gli effetti di feedback hanno un debole effetto sulle variazioni future delle concentrazioni delle specie gassose.
  - 2) Le concentrazioni di PM10 e PM2.5 diminuiscono sul territorio italiano di circa 5-15 % rispetto alla simulazione 2010. In presenza degli effetti di feedback si osservano delle maggiori riduzioni delle concentrazioni di aerosol al suolo in Pianura Padana.



Gli effetti di feedback sembrano avere effetti su eventuali strategie di controllo delle emissioni in Pianura Padana



**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE!**