

Studio dell'impatto sulla qualità dell'aria prodotto da una centrale di teleriscaldamento

Tiziana Magri, Giordano Pession, Giovanni Agnesod
ARPA Valle d'Aosta, loc. Grande Charrière 44. 11020 Saint-Christophe (AO)
t.magri@arpa.vda.it; gi.pession@arpa.vda.it

INTRODUZIONE

ARPA Valle d'Aosta ha effettuato una valutazione previsionale dell'impatto sulla qualità dell'aria prodotto da un impianto di teleriscaldamento (ad oggi soggetto a procedura di VIA) per la città di Aosta.

La simulazione è stata effettuata utilizzando un modello meteorologico diagnostico per la ricostruzione 3D dei campi di vento e temperatura, un modello per il calcolo dei parametri di turbolenza atmosferica ed un modello lagrangiano a particelle per la dispersione degli inquinanti in aria.

La valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria è stata effettuata considerando separatamente i contributi dell'impianto di teleriscaldamento e delle utenze civili che saranno sostituite e confrontando poi i corrispondenti effetti sulla qualità dell'aria.

LA CENTRALE DI TELERISCALDAMENTO

Il progetto della centrale di teleriscaldamento prevede la produzione di energia termica ed elettrica. Nelle ipotesi di progetto la centrale è costituita da diversi impianti:

- una caldaia a biomassa alimentata a cippato di legna, a griglia mobile, ad alto rendimento, con potenza termica complessiva di 6 MW;
- cogeneratore ad olio diatermico, scaldato dalla caldaia a biomassa stessa;
- due cogeneratori a gas metano costituiti da motori endotermici a combustione interna, per una potenza termica di circa 15 MW, elettrica di 17 MW;
- una pompa di calore che recupera energia termica dalle acque di raffreddamento di uno stabilimento siderurgico situato nelle immediate vicinanze, con potenza termica di 18723 kW;
- quattro caldaie di integrazione e soccorso a gas metano; una sola di queste è attiva nei mesi invernali, mentre le altre servono in caso di malfunzionamenti o manutenzione degli altri impianti.

Nella sua configurazione finale l'impianto dovrebbe servire il 70-75% delle utenze cittadine di Aosta.

EMISSIONI IN ATMOSFERA

EMISSIONI DEGLI IMPIANTI DELLA CENTRALE DI TELERISCALDAMENTO

Nella simulazione sono stati calcolati gli effetti sulla qualità dell'aria della caldaia a biomassa, dei due cogeneratori a gas metano e di una delle quattro caldaie di integrazione. Le emissioni totali annue della centrale di teleriscaldamento sono state ottenute moltiplicando i valori di concentrazione all'uscita dei camini, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, per il totale annuo di m^3 di inquinante prodotti (dati forniti dalla società di progettazione). Nella tabella 1 sono riportati i valori di concentrazione dei principali inquinanti all'uscita dei singoli camini, come forniti dalla società di progettazione.

Tabella 1 – Concentrazione massima all'uscita del camino

	Impianto a biomassa	Cogeneratori a gas metano	Caldaia a gas metano
NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250	100	120
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	200	-
Polveri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	2	-
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25	-	-

EMISSIONI DELLE UTENZE CIVILI

Per stimare le emissioni prodotte dalle utenze domestiche che, nelle ipotesi del progetto, saranno sostituite dalla rete di teleriscaldamento, si è considerato che l'energia termica utilizzata dalle utenze sostituite sia pari a quella prodotta dai nuovi impianti sommata al calore recuperato dallo stabilimento siderurgico. Sulla base dei risultati di un censimento¹ effettuato nel 2001 e degli attuali consumi di combustibile si è considerato che gli impianti civili siano alimentati per il 56% a metano e per il 44% a gasolio.

¹ Assessorato Attività Produttive, Direzione Energia

Le emissioni totali sono state calcolate moltiplicando il fabbisogno energetico annuale per un fattore di emissione (in g/GJ) tipico di ogni inquinante. Nella tabella 2 sono riportati i fattori di emissione utilizzati².

Tabella 2 – Fattori di emissione di impianti termici civili

	NOx (g/GJ)	CO (g/GJ)	PM (g/GJ)	SO2 (g/GJ)
Caldaia domestica a metano	46	25	2	-
Caldaia domestica a gasolio	72.8	43	3.6	141

Il risultato di questi calcoli è riportato sinteticamente nella tabella 3. Ad eccezione del biossido di zolfo, si ha un aumento delle emissioni inquinanti, particolarmente significativo per gli ossidi d'azoto e per il monossido di carbonio.

Tabella 3 – Confronto emissioni

	NOx (t/anno)	CO (t/anno)	PM (t/anno)	SO2 (t/anno)
Centrale di teleriscaldamento	56	63	2.25	3.0
Utenze sostituite	35	20	1.62	37
Bilancio emissivo (teleriscaldamento - utenze)	+21	+43	+0.63	-34

Poiché però la geometria e la posizione delle sorgenti emissive è differente - una sorgente areale diffusa e quattro sorgenti puntuali - è necessario esaminare più dettagliatamente come si distribuiscono le concentrazioni di inquinanti in aria nelle due diverse situazioni e quindi è necessario ricorrere alla stima tramite modelli matematici dei campi di concentrazione.

CONCENTRAZIONI IN ARIA

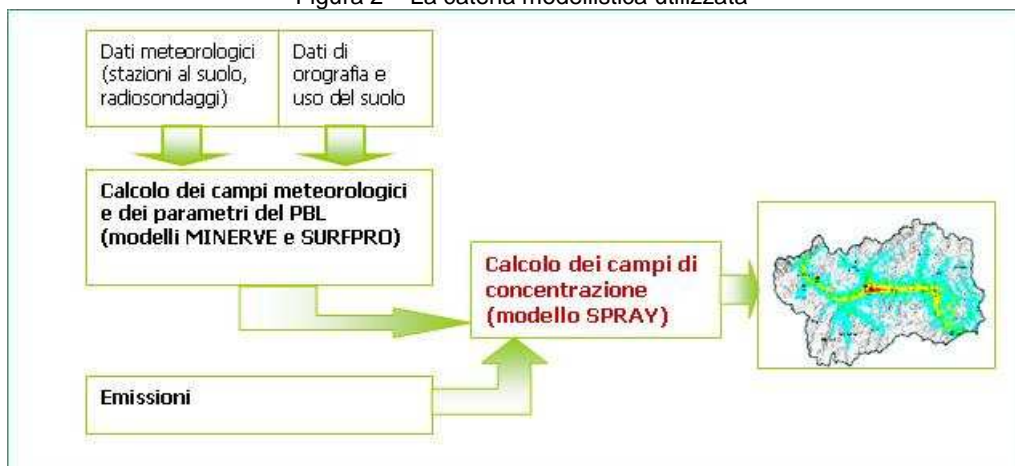
I MODELLI MATEMATICI

Per la ricostruzione 3D dei campi di vento e temperatura è stato utilizzato MINERVE [1], un modello meteorologico diagnostico che opera utilizzando il principio di conservazione della massa per tenere conto degli effetti dell'orografia sulla struttura del flusso. Il modello richiede in ingresso i dati al suolo misurati dalle stazioni meteorologiche presenti sul territorio ed i profili verticali ottenuti con radiosondaggi dell'atmosfera, oltre ai dati di orografia ed uso del suolo.

I principali parametri che descrivono la turbolenza atmosferica sono calcolati dal modello SURFPRO [2] a partire dai dati meteorologici, di uso del suolo, di orografia e dalle proprietà delle specie chimiche considerate.

Il modello di dispersione utilizzato è SPRAY [3], un modello lagrangiano a particelle, il quale utilizza un sistema di coordinate che segue il flusso atmosferico. L'inquinante è simulato da un certo numero di particelle virtuali che seguono il moto turbolento delle particelle di aria in cui sono immesse e la velocità delle particelle è la somma di una componente media (data dalla velocità media del vento locale) e da una componente stocastica, che riproduce la turbolenza atmosferica.. Il modello può calcolare concentrazioni medie ed istantanee su una griglia 3D distinguendo tra varie specie chimiche.

Figura 2 – La catena modellistica utilizzata



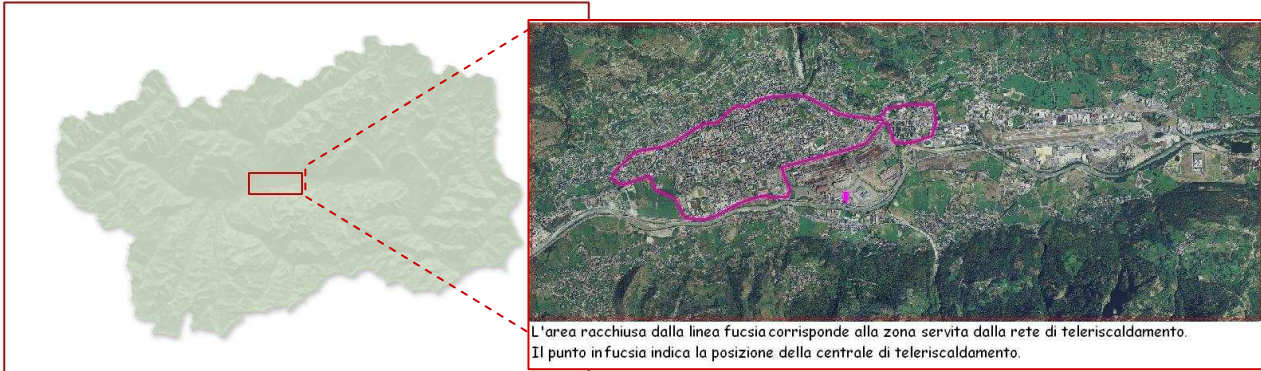
² definiti sulla base della metodologia EMEP-CORINAIR, a partire dal manuale dei fattori di emissione APAT e dal manuale dell'Ufficio Federale per Ambiente, Foreste e Paesaggio di Berna (1995). Per gli ossidi d'azoto degli impianti a gasolio si è valutato un fattore pari a 72.8 g/GJ calcolato in base a dati di impianto forniti da ICSSE

L'AREA DI STUDIO

La ricostruzione dei campi meteorologici è stata fatta utilizzando due griglie innestate, la prima con una estensione di 100x70 km, comprendente l'intero territorio regionale, con risoluzione orizzontale di 1 km, e la seconda su una griglia di 10x4 km con risoluzione orizzontale di 125 m. La necessità di utilizzare un sistema di griglie innestate deriva dal fatto che il territorio è complesso e la ricostruzione dei campi meteorologici (fondamentale per i fenomeni di trasporto degli inquinanti) sarà più accurata considerando un maggiore numero di stazioni al suolo.

La simulazione di dispersione è stata fatta solo sulla griglia più piccola, corrispondente alla città di Aosta e ai comuni limitrofi.

Figura 3 – Le griglie e il dominio di studio



IL CALCOLO DELLE CONCENTRAZIONI

Ai fini di ottenere un valore medio annuo di concentrazione è stato utilizzato il seguente metodo: definiti i periodi rappresentativi delle condizioni meteorologiche tipiche, sono state calcolate le concentrazioni medie in questi periodi; ad ognuno di questi periodi è stato assegnato un peso pari alla sua frequenza percentuale di occorrenza nel corso dell'anno; il valore di concentrazione media annua è stato ricavato effettuando una media pesata dei dati di concentrazione media dei singoli periodi.

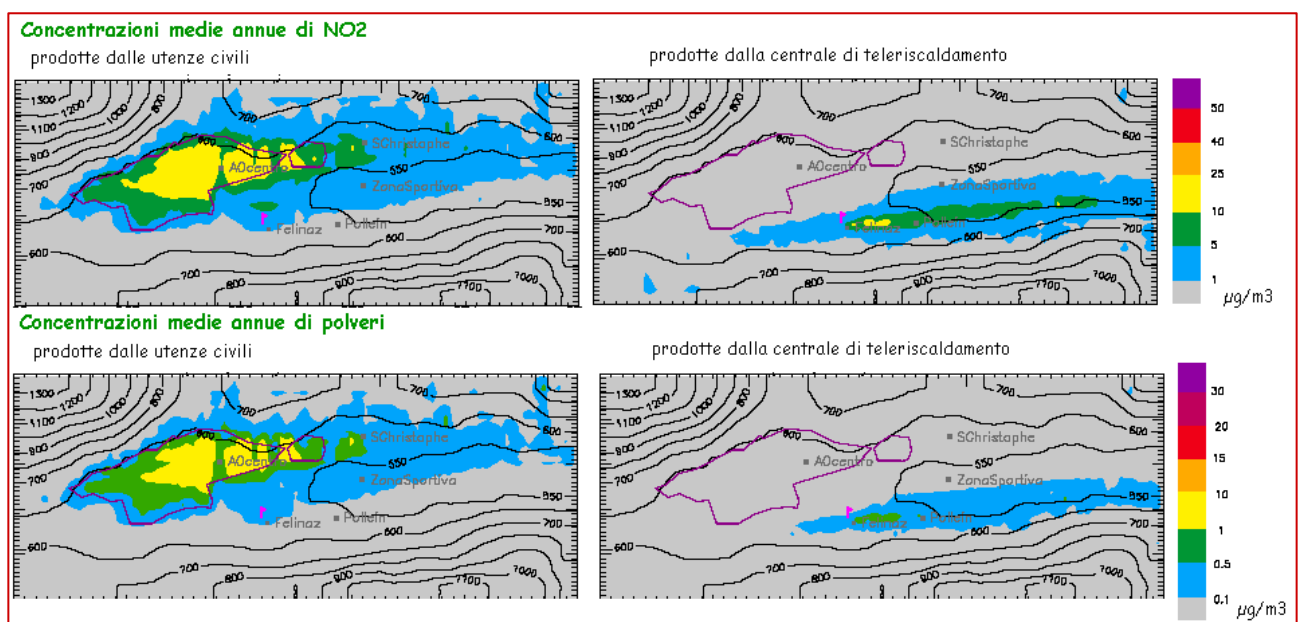
La validazione di questa procedura e la scelta dei periodi su cui effettuare le simulazioni è stata fatta applicando questo metodo ai dati misurati dalle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e ricostruendo la media annua.

Si riportano qui i risultati relativi agli inquinanti che sono particolarmente critici per la qualità dell'aria nella città di Aosta, cioè il biossido di azoto e le polveri.

Concentrazioni medie annue

I risultati delle simulazioni (figura 4) indicano che l'impianto di teleriscaldamento dovrebbe determinare una riduzione dell'inquinamento atmosferico nell'area urbana di Aosta a scapito di un aumento delle concentrazioni di inquinanti nella zona ad est dell'impianto, più significativa per il biossido di azoto.

Figura 4 – Concentrazioni medie annue di NO₂ e di polveri



Concentrazioni massime

Dall'analisi delle simulazioni realizzate nelle diverse condizioni dispersive, si osserva che i valori massimi di concentrazione si trovano nel periodo invernale, quando le condizioni meteo-diffusive dell'atmosfera sono più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti e quando è maggiore la necessità di riscaldamento domestico.

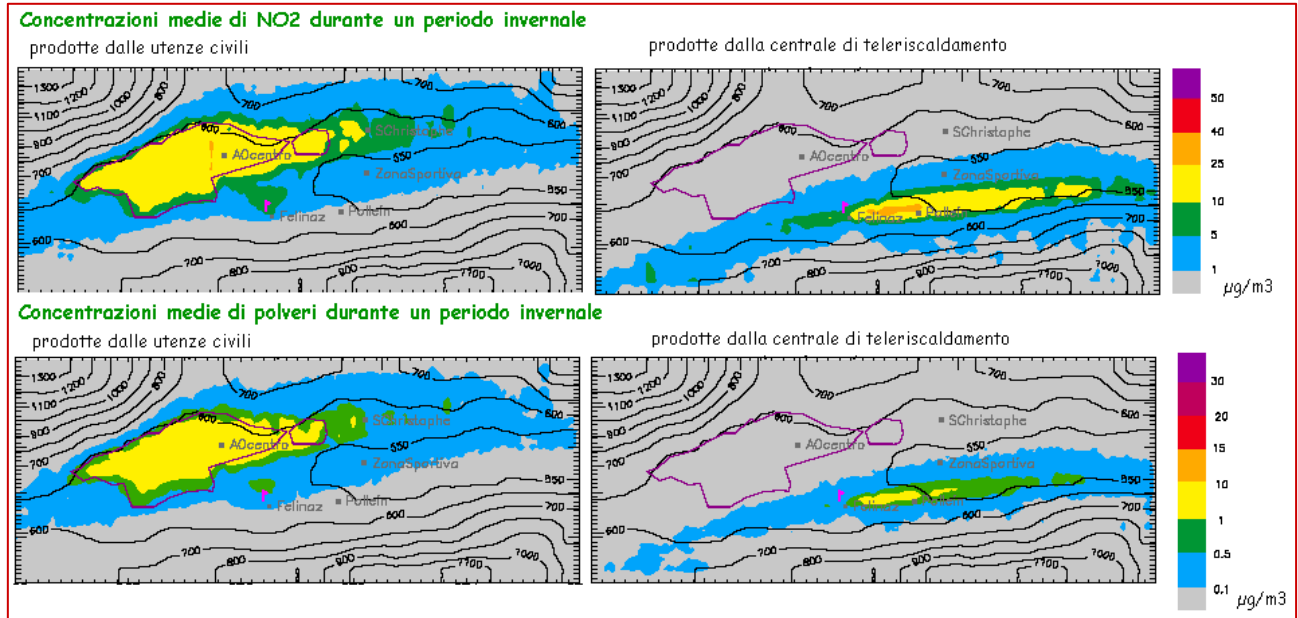


Figura 5 – Concentrazioni medie di NO₂ e polveri durante un periodo invernale

CONCLUSIONI

I risultati delle simulazioni indicano che la sostituzione degli impianti termici civili con la centrale di teleriscaldamento, pur determinando un aumento complessivo delle emissioni di inquinanti in aria, dovrebbe determinare una riduzione dell'inquinamento atmosferico nell'area urbana di Aosta, anche se si osserva un aumento delle concentrazioni di inquinanti nella zona ad est dell'impianto; tale aumento è più significativa per il biossido di azoto.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la società di ingegneria ICSSEA per la gentile concessione dei dati tecnici relativi al progetto della centrale di teleriscaldamento.

Bibliografia

- [1] ARIA Technologies, *Minerve wind field model*, 2001, ARIA report
- [2] ARIANET, *SURFPRO – User's guide*, 2006
- [3] ARIANET, *SPRAY 3.1 – General description and user's guide*, 2007
- [4] Deserti M., Lollobrigida F., Angelino E. e al., *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria a scala regionale*, 2004, APAT CTN-ACE
- [5] Lollobrigida F., Deserti M., Angelino E. e al., *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria nelle aree urbane ed a scala locale*, 2004, APAT CTN-ACE