

Prevedere le emissioni di anidride solforosa attraverso i modelli di calcolo

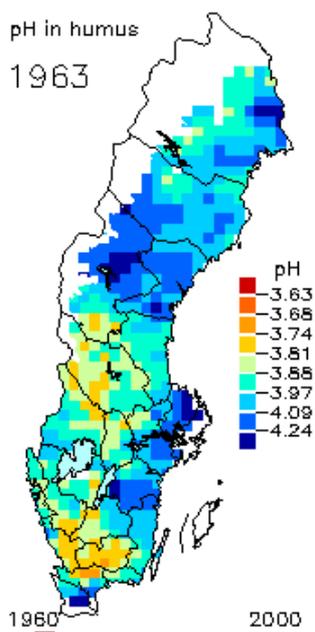
Le piogge acide sono state un problema in Europa - lo sono ancora in Asia.



Il problema delle piogge acide

Nella seconda metà del secolo scorso la popolazione di alcune regioni europee si rese conto che l'ambiente veniva danneggiato dalla forte acidità delle piogge o dalle nebbie acide. Le piogge sono in genere leggermente acide a causa dell'anidride carbonica che si dissolve nelle goccioline di pioggia sotto forma di acido carbonico portando il PH a circa 5.6. Tuttavia nelle regioni in cui vengono immesse nell'aria ingenti quantità di anidride solforosa ed ossidi di azoto sono stati misurati valori di pH pari a 4 se non addirittura inferiori.

Di conseguenza i terreni si sono acidificati ed i composti chimici (come gli ioni Al^{3+}) sono stati mobilizzati, danneggiando le foreste. Il valore di pH nei laghi svedesi, ad esempio, è diminuito significativamente e molte specie dell'ecosistema lacustre sono scomparse.



Le piogge acide distruggono non solo l'ambiente naturale, ma anche edifici e monumenti artistici sensibili agli acidi. In particolare l'anidride solforosa, da cui si forma l'acido solforico, ha avuto origine dalla combustione, senza l'uso di filtri, di combustibili contenenti zolfo quali carbone e combustibili fossili utilizzati nelle centrali elettriche, nell'industria e in ambito domestico.

2. A sinistra: il livello di pH nello strato di humus in Svezia. L'animazione mostra i cambiamenti avvenuti dal 1963. Autore: Ake Nilsson, Swedish University of Agricultural Sciences. Fonte: Agenzia Svedese per la Protezione Ambientale.



Lo sviluppo in Europa ed Asia

Negli ultimi decenni, sono state sviluppate tecnologie di filtrazione avanzate e approvate leggi che ne hanno imposto l'uso a industria e fornitori di elettricità. Molti privati hanno scelto alternative al carbone per il riscaldamento ed altri usi domestici. Benchè molti terreni e laghi siano interessati ancora dal fenomeno dell'acidificazione, in Europa le emissioni di zolfo si sono



1. Foreste morte nelle Ore Mountains vicine alle centrali di carbone dell'Europa centrale. Fonte: wikipedia

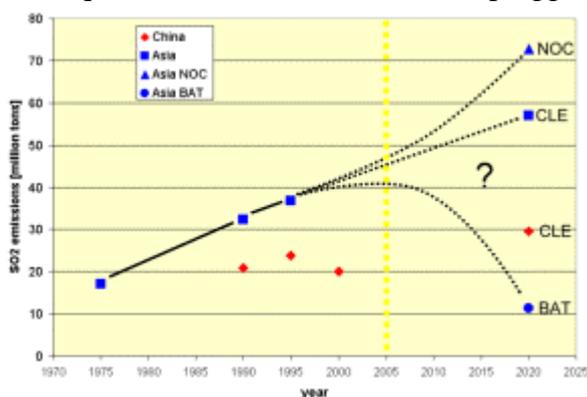
notevolmente ridotte ed il problema sembra essere risolto.

Tuttavia, in altre parti del mondo, in particolare nelle zone asiatiche a forte espansione industriale ed alto fabbisogno energetico ma caratterizzate da bassi standard ambientali, le piogge acide si sono trasformate in un problema di difficile risoluzione.



3. Skyline del distretto di Pudong a Shanghai; © Foto di Shizhao, copyright garantito da GNU free documentation licence

In paesi come la Cina sono disponibili ingenti quantità di carbone, spesso più economico delle altre fonti energetiche. Adottando le costose tecnologie di filtrazione, si perderebbero i benefici economici legati ai bassi costi di produzione. Tuttavia è necessario fin da oggi investire per la protezione dell'ambiente, anche se i risultati potranno essere visibili solamente sul lungo termine. All'Istituto Internazionale per l'Analisi dei Sistemi Applicati (IIASA) di Laxenburg (Austria), partner ACCENT, è stato sviluppato un modello (chiamato RAINS) che stima lo stato attuale, lo sviluppo potenziale ed i costi di mitigazione dell'inquinamento atmosferico e delle piogge acide in Asia.



4. Trend delle emissioni in Asia: si riportano le stime delle emissioni asiatiche per il 2020 in base alla legislazione vigente (CLE), all'assenza di controlli (NOC) e all'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili (BAT). Fonte dei dati: Cofala et al. 2004; Grafico a cura di Elmar Uherek



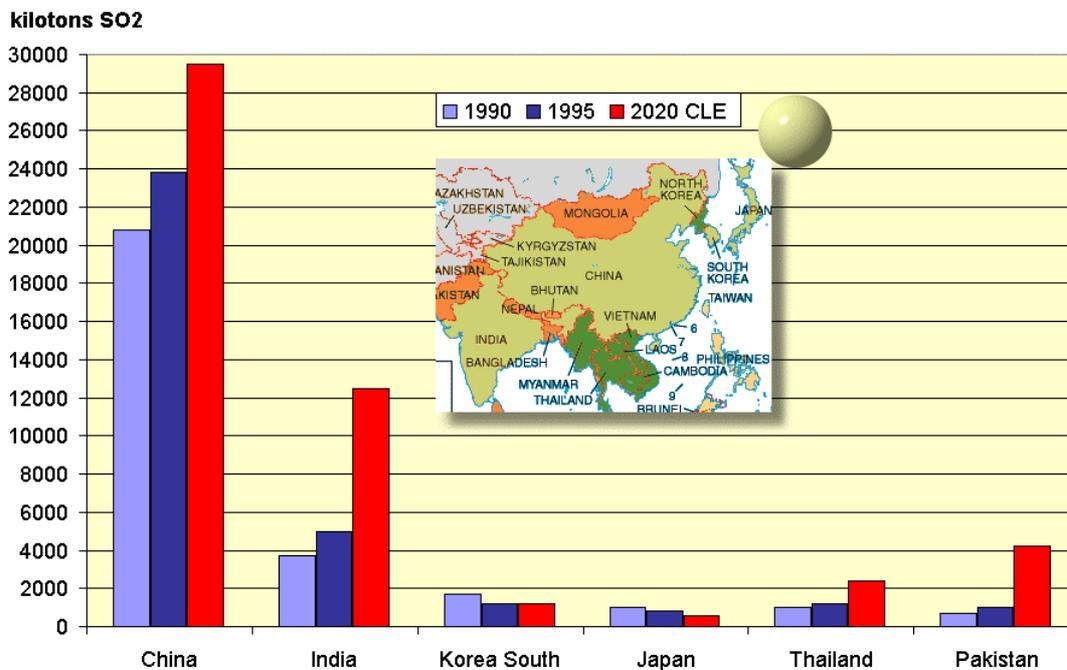
Stime per l'Asia

Nel 2004 è stato stimato che la combustione di carbone fossile soddisfa circa l'80% delle richieste energetiche delle regioni asiatiche orientali. Benchè si possa incrementare il ricorso a fonte energetiche alternative (petrolio, gas naturale), si prevede che il fabbisogno energetico totale potrebbe raddoppiare o triplicare nei prossimi 30 anni. Pertanto, se la legislazione attuale non verrà modificata, le emissioni di zolfo continueranno ad aumentare. Tuttavia, l'esempio cinese in cui si è verificata una minima diminuzione di emissioni dimostra che una maggior consapevolezza del problema e le conseguenti misure adottate in ambito politico ed economico possono contribuire a ridurre il carico di zolfo come è già successo in Europa. Pertanto, lo scenario della "miglior tecnologia disponibile" prevede per il 2020 i valori in assoluto più bassi.



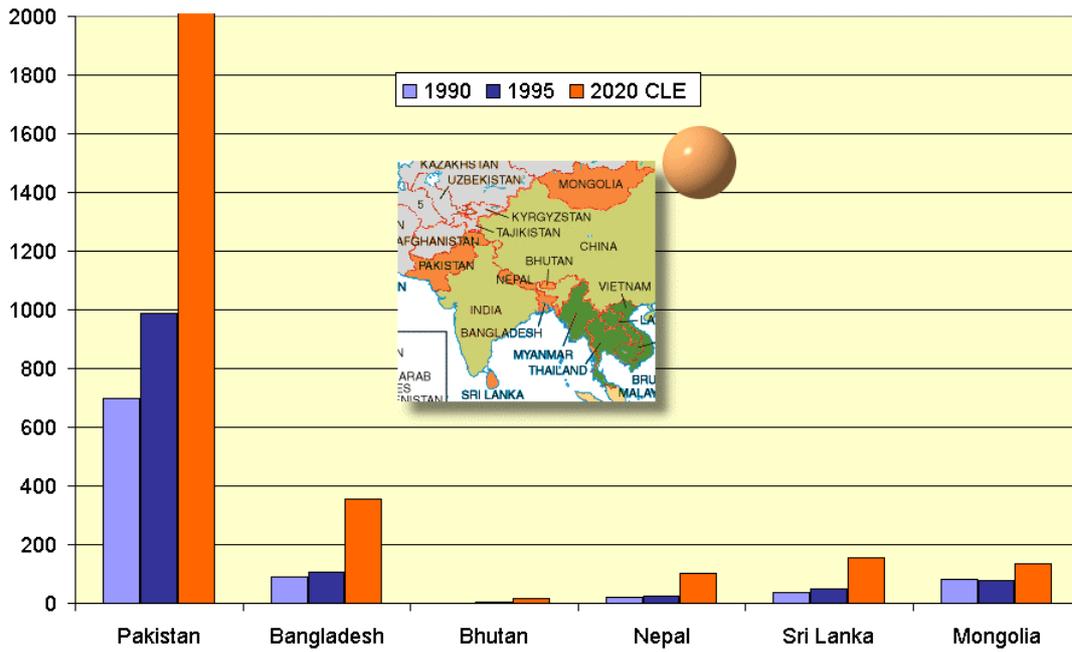
5. a - d) Emissioni di SO₂ per paese in Asia. Le stime per il 2020 sono state calcolate in base alla legislazione vigente (CLE). Nel grafico in alto a sinistra si può notare che la scala delle emissioni è 15 volte superiore nei paesi asiatici in forte crescita economica. Tutti gli altri grafici riportano la stessa scala che raggiunge il valore massimo di 2000 chilotonnellate di SO₂. Pakistan e Thailandia sono riportati anche nel grafico a) poiché le stime relative alle emissioni di SO₂ in questi paesi per il 2020 superano le 2000 chilotonnellate.

Fonte: Cofala et al., 2004



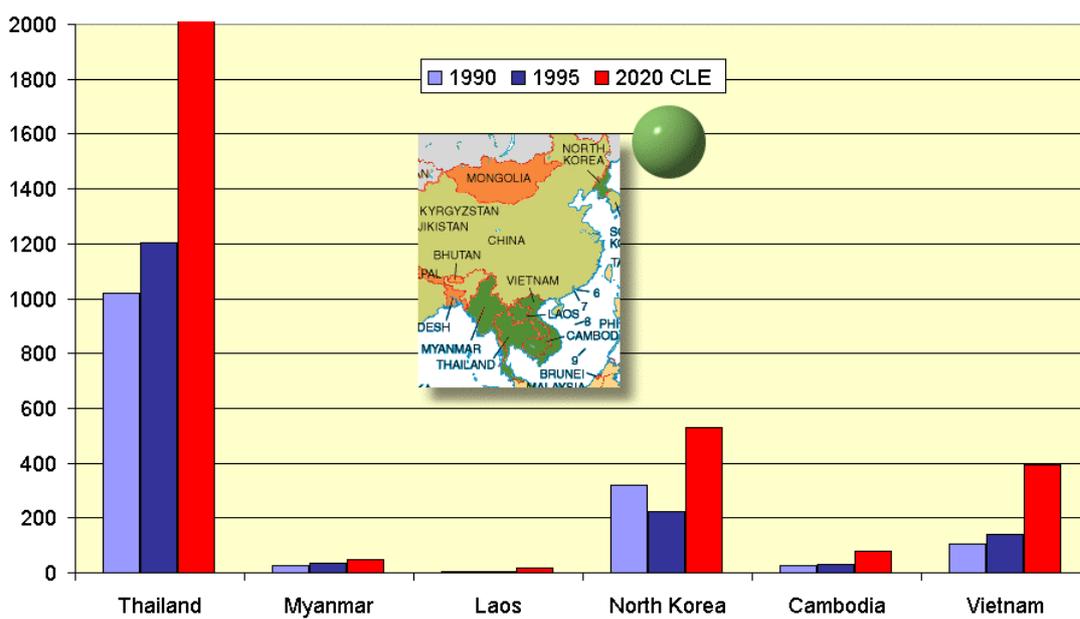
5. a) Economie in forte crescita (verde chiaro) + Thailandia e Pakistan

kilotons SO2



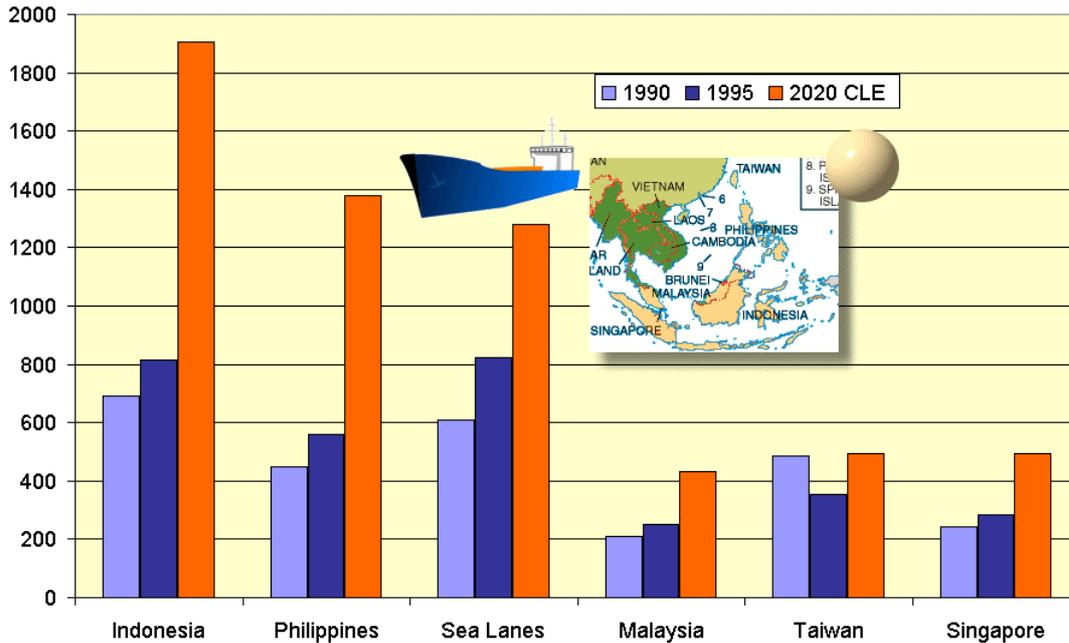
5. b) Paesi più piccoli dell'Asia meridionale + Mongolia (arancione)

kilotons SO2



5. c) Paesi del Sud-est asiatico + Corea del Nord (verde scuro)

kilotons SO₂



5. b) Paesi asiatici dell'area del pacifico e delle zone costiere = emissioni prodotte dalle navi (beige)

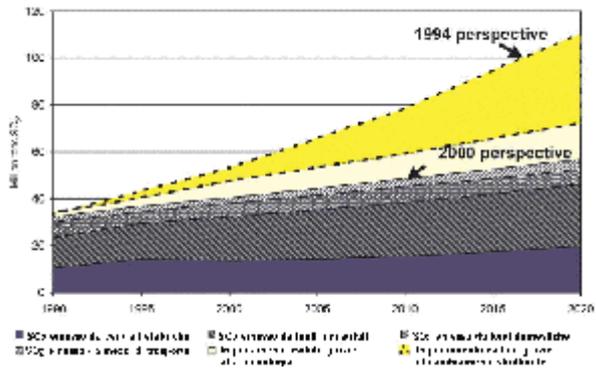


Costi per la riduzione delle emissioni

Le misure per controllare le emissioni come la modernizzazione degli impianti e l'integrazione delle tecnologie di filtrazione sono notoriamente costose. Il modello RAINS permette di calcolarne i costi. Grazie agli investimenti nel settore delle tecnologie di controllo pari a circa 4,7 miliardi di dollari, si è calcolato che per l'anno 1995, ad esempio, la riduzione di emissioni di SO₂ è stata pari a 3,9 milioni di tonnellate.

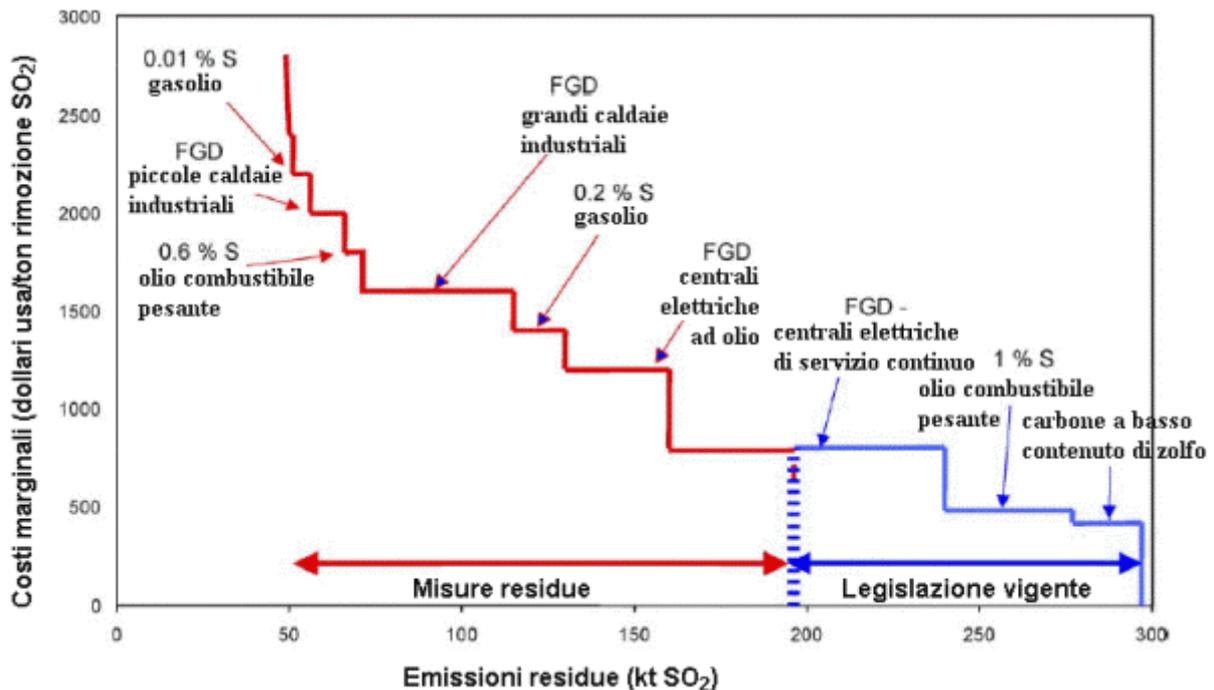
In base alle modifiche normative apportate negli ultimi anni, si stima che entro il 2020 il 28% delle emissioni teoricamente fuori controllo saranno abbattute richiedendo un investimento di tredici miliardi di dollari. Tuttavia, per raggiungere la riduzione ottimale pari a 11 milioni di tonnellate (v. grafico BAT), si prevede un costo di 78 miliardi di dollari.

Questi costi non rappresentano una vera perdita per l'economia dei paesi poichè lo sviluppo del settore delle tecnologie per la filtrazione e la riduzione delle emissioni nonchè la loro installazione offre ulteriori opportunità di lavoro ed è parte integrante dell'economia. Per una ogni società risulta, tuttavia, troppo oneroso sostenere investimenti di notevole entità imposti da una severa legislazione. Le norme devono essere applicate con metodo per garantire un buon equilibrio tra interessi ambientali, economici e sociali sia nel breve che nel lungo periodo.

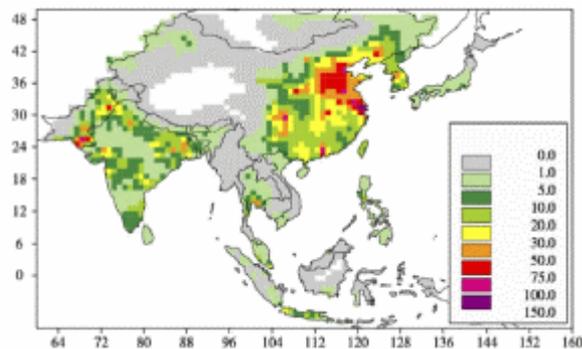


6. In base alla legislazione vigente le stime sulle emissioni possono subire variazioni sostanziali in caso di modifiche in ambito legislativo. Grazie agli emendamenti alle normative le stime dell'anno 2000 sulle emissioni di SO₂ fino al 2020 sono notevolmente inferiori rispetto a quelle presentate nel 1994. Infatti, i risultati dei modelli non rappresentano delle semplici previsioni ma sono strettamente correlati alle condizioni date.

Fonte: Cofala et al., 2004



7. Per alcune misure a forte impatto i costi possono essere ridotti, mentre risultano più elevati per altre misure caratterizzate da un impatto inferiore. Scienziati ed economisti cercano di valutare i modi e le aree in cui è possibile raggiungere la massima riduzione delle emissioni in maniera più efficiente e costi contenuti. Il grafico mostra come l'utilizzo di carbone fossile a basso contenuto di zolfo, olio pesante combustibile e desolfurazione del gas combustibile può contribuire a ridurre le emissioni e in quali parti del sistema energetico tali fattori possono essere applicati al minor costo col più alto rendimento possibile. Portare allo 0,2% il contenuto di zolfo nel diesel, ad esempio, comporta un certo impatto sulle emissioni ad un costo contenuto. Raggiungere un contenuto dello 0,01% di zolfo nel diesel non accresce notevolmente l'impatto, ma provoca un aumento dei costi ed è pertanto meno efficiente, ad esempio, del processo di desolfurazione nelle centrali elettriche ad olio combustibile. Fonte: Cofala et al., 2004.



8. Concentrazioni di SO₂ previste per l'anno 2020 tenendo conto dell'attuale normativa. La gamma di colori compresa tra il giallo e il rosso scuro supera i valori massimi consigliati dall'OMS. Fonte: Cofala et al., 2004

Effetti negativi per la salute

Spesso le conseguenze ambientali legati agli investimenti economici attuali si ripercuotono nel corso dei decenni. Nel caso delle piogge acide, tuttavia, i danni sono più immediati, non solo per l'ambiente ma anche per la nostra salute. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità i limiti di accettabilità della qualità dell'aria consigliati sono compresi tra (SO₂) = 15-20 µg/m³ mentre le stime del modello RAINS per il 2020 mostrano tuttavia che nelle grandi aree urbane i limiti potranno superare i valori di 80 µg/m³ con punte massime locali ancora più elevate. Si presume pertanto che gli ulteriori costi da sostenere per tutelare la nostra salute tenderanno ad aumentare vertiginosamente.



Conclusioni

Da tutto questo possiamo dedurre che reazioni chimiche relativamente semplici come la formazione dell'acido solforico dall'anidride solforosa presente nell'atmosfera hanno un'enorme rilevanza nell'ambito economico, politico, ambientale e sanitario in vaste aree del mondo. Per scongiurare danni alla società e all'ambiente, il compito degli scienziati non si limita solo alla comprensione dei processi chimici che generano le emissioni e delle tecnologie necessarie ad eliminarle, ma richiede di sviluppare anche modelli economici per valutare quali tecnologie siano da privilegiare.

Autore: Elmar Uherek - Istituto di Chimica Max Planck, Mainz

Le illustrazioni Cofala et al., 2004 sono tratte dal seguente articolo:

Cofala, J., Amann, M., Gyarmas, F., Schöpp, W., Boudri, J.C., Hordijk, L., Kroeze, C., Li Junfeng, Dai Lin, Panwar, T.S., Gupta, S., 2004, Cost-effective Control of SO₂ Emissions in Asia. Journal of Environmental Management 72 (2004), pp. 149-161.

Reviewer: Dr. Janusz Cofala, IIASA Laxenburg, Austria

Traduzione italiana: Michela Maione e Simonetta De Angelis, Università di Urbino

© ACCENT 2006 | www.accent-network.org