



## **CARBONE: TECNOLOGIE E STATO DELL'ARTE**

*di Nedo Biancani*



Il prezzo sempre crescente del petrolio ha fatto tornare di attualità il carbone, un combustibile che si riteneva destinato ormai alla storia delle risorse energetiche, ed ha reso nuovamente di interesse economico numerosi progetti per lo sviluppo di tecnologie volte a rendere ambientalmente compatibile il carbone, mediante la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera. In un contesto di domanda mondiale di elettricità che la vedrà

raddoppiare entro il 2030 e triplicare entro il 2050 (Fonte: Agenzia Internazionale dell'Energia ), e di cui circa l' 85% continuerà ad essere coperto da combustibili fossili (Fonte: WTO ), è pensabile che il carbone continuerà ad avere un ruolo importante nello scenario energetico dei prossimi decenni.

Ma il carbone è al tempo stesso una carta vincente e una carta perdente. La competitività economica è la vera carta vincente del carbone, in un contesto internazionale di "energia dai prezzi alti" e una fonte di energia "sicura" al riparo da rischi geopolitici , grazie alla equilibrata distribuzione tra le diverse aree geografiche delle ingenti riserve sufficienti a coprire, allo stato attuale di domanda, i prossimi 200 anni. La carta perdente è costituita dal fatto di essere una fonte inquinante, sia in termini di produzione di polveri sottili e metalli pesanti, che di emissioni di gas serra nell'atmosfera. Ogni kWh prodotto da carbone in una centrale elettrica tradizionale comporta emissioni di 800 grammi di CO<sub>2</sub>, mentre un moderno ciclo combinato a gas scende sotto i 400 grammi.

La concentrazione globale di CO<sub>2</sub> in atmosfera ha subito un'accelerazione rispetto al valore dell'era preindustriale passando da 280 ppm a 379 ppm. E la crescita risulta essere molto forte, se si confronta l'incremento di CO<sub>2</sub> degli ultimi 10.000 anni misurato nei ghiacciai con quello degli ultimi decenni. Il Consiglio europeo ha approvato per il triennio 2007-2009 il piano d'azione per la politica energetica europea(a cui devono seguire i piani nazionali dei paesi aderenti) che stabilisce il cosiddetto obiettivo 20-20-20: l'incremento entro il 2020 della produzione di energia da fonti rinnovabili fino al 20% del totale fabbisogno; il miglioramento dell'efficienza energetica con l'obiettivo di realizzare il 20% di risparmio entro il 2020; il rafforzamento della ricerca scientifica nel campo delle energie rinnovabili e basse emissioni, fra le quali particolare importanza è data all'accelerazione delle ricerche sulle tecnologie CCS (*Carbon Capture & Storage*) per l'applicazione in nuove centrali energetiche basate su combustibili fossili.

La cosiddette tecnologie del “carbone pulito” (*Clean Coal Technologies, CCT*), unitamente all'aumento dell'efficienza delle centrali, nei prossimi anni potrebbero ridurre le emissioni di sostanze inquinanti e di gas che modificano il clima. Le tecnologie CCT sono di tre tipi: l'eliminazione degli inquinanti (come il particolato, i metalli pesanti, gli SO<sub>x</sub>, e gli NO<sub>x</sub>), l'incremento dell'efficienza energetica (con la conseguente riduzione di CO<sub>2</sub>) e lo sviluppo di tecnologie *zero emission* unite alla *carbon sequestration*. E tre sono gli approcci della ricerca scientifica nello studio delle CCS (*Carbon Capture and Storage*): pre-combustione (il carbone invece di essere bruciato viene gassificato e poi depurato da metalli pesanti e sostanze inquinanti e climalteranti come NO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>), post-combustione (i gas di scarico attraverso filtri vengono depurati e la CO<sub>2</sub> viene separata a valle) e ossicombustione (il combustibile fossile brucia nell'ossigeno puro, producendo un gas composto principalmente da vapore acqueo e CO<sub>2</sub>, così che nei fumi la CO<sub>2</sub> è già separata e dunque più semplice da catturare e stoccare).

Le CCT non sono sufficienti nella lotta alla CO<sub>2</sub>, ed ormai il legame con le CCS é sempre più stretto; queste ultime sono state impiegate per produrre CO<sub>2</sub> pura da utilizzare nel settore alimentare e chimico. Le compagnie petrolifere l'hanno sempre separata dal gas naturale prima di immetterlo nei gasdotti. Anche per quanto riguarda le CCS le possibilità di applicazione si articolano a seconda che si tratti di cattura della CO<sub>2</sub> precombustione, post-combustione e o ossicombustione. Le CCS permettono la cattura e la stoccaggio della CO<sub>2</sub> emessa da impianti (termoelettrici, raffinerie, cementifici) in vecchi giacimenti di petrolio e gas esauriti o nelle miniere di carbone.

Ogni punto percentuale in più di efficienza delle centrali si traduce in una riduzione di emissioni del 2%. I primi passi da intraprendere per ridurre gli inquinanti e i gas serra sono l'aumento di efficienza delle centrali già esistenti. Come efficienza si intende che, a parità o maggiore output elettrico, si utilizzi un quantitativo inferiore di carbone e relative emissioni. Nella media OCSE l'efficienza media si aggira intorno al 36%. In molti paesi l'efficienza delle centrali si aggira intorno al 30%, mentre i nuovi impianti supercritici ne presentano una del 43-45%. Gli impianti a carbone convenzionali *PCC (Pulverized coal combustion)* normalmente bruciano carbone polverizzato ad una temperatura di 1300-1700 gradi, a seconda del tipo di carbone immesso, allo scopo di produrre vapore per le turbine. Alcune opzioni già vengono adottate per ridurre la emissioni di gas serra e di agenti inquinanti. Ad esempio, la tecnica del *coal cleaning* (o *washing*) consiste nella frantumazione, filtrazione e la disposizione su letto fluido del minerale, dove avviene un'ulteriore separazione da materiali pesanti con notevole abbattimento delle emissioni: il contenuto di ceneri da carbone scende del 50%, come anche le emissioni di SO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub>, con l'aumento dell'efficienza termica della centrale da un minimo del 2 - 3% ad un massimo del 4-5%.

E' possibile ridurre nella fase di uscita dei fumi le emissioni di particolato, con un'efficacia del 99%, attraverso l'utilizzo di precipitatori elettrostatici, filtri, scrubber e sistemi di filtraggio dei gas caldi. Le emissioni di SO<sub>2</sub> possono essere invece neutralizzate attraverso un procedimento di desolforizzazione dei gas di scarico mediante l'utilizzo di assorbenti, di solito calce o calcare che converte il biossido di zolfo in gesso. Per la riduzione di NO<sub>2</sub>, si utilizzano bruciatori a bassa emissione per minimizzare la loro formazione durante la combustione e in particolare con le tecniche SCR (Selettive Catalytic Reduction) e SNCR (Selettive Non Catalytic Reduction) col trattamento post-combustione si raggiunge un 80 - 90% in meno di NO<sub>2</sub> nel gas di scarico, inoltre altre tecnologie avanzate sono state sviluppate. La FBC (*Fluidised Bed Combustion*), ad esempio, può ridurre SO<sub>2</sub>, e NO<sub>2</sub>, con percentuali del 90%. Con questo sistema il carbone brucia in un letto di particelle surriscaldate sospese in aria. Con una sufficiente velocità del flusso, il letto agisce come un fluido risultante dal vorticoso miscelarsi delle particelle, permettendo così una completa combustione del carbone e temperature inferiori rispetto ad un impianto tradizionale. È un sistema altamente flessibile in quanto può essere utilizzato per bruciare qualsiasi materiale.

Il sistema ad oggi più promettente per il "carbone pulito" è la centrale combinata IGCC (*Integrated Gasification Combined Cycle*), che combina la gassificazione del carbone con le CCS. Gli impianti IGCC – nel mondo ce ne sono all'incirca 160 – adottano un sistema che fa sì che il carbone non venga bruciato direttamente, ma il minerale reagendo con ossigeno e vapore produrrà un gas di sintesi, il Syngas, - che composto soprattutto da idrogeno e monossido di carbonio viene refrigerato e depurato da CO<sub>2</sub> e zolfo per essere utilizzato come combustibile. Il carbone viene prima gassificato ad alte temperature per mezzo di ossidazione con bassi livelli di ossigeno e in presenza di vapor d'acqua, il che permette di lasciare le scorie sul fondo del gassificatore ad ottenere syngas pulito che, attraverso un ulteriore trattamento, produce, in presenza di vapore, altro idrogeno e CO<sub>2</sub> (che in questa fase viene facilmente separata) pronta per il sequestro. Il syngas alimenterà una turbina a gas cui fumi saranno utilizzati per scaldare una turbina convenzionale a vapore. Il 65% di elettricità viene prodotto dalla turbina a gas, il restante 35% da quella a vapore. Con la combinazione dei due cicli si arriva a rendimenti termodinamici anche superiori al 50%, compensando in tal modo l'energia consumata nel processo di gassificazione e una produzione di fumi puliti e base di vapore con una percentuale di CO<sub>2</sub> bassissima. Si ha una produzione di scarti ridotta del 50% ed un utilizzo di acqua inferiore del 20-50% rispetto ad una centrale tradizionale. Si possono inoltre utilizzare vari combustibili: oli combustibili, petcoke e vari tipi di carboni. Il 100% di CO<sub>2</sub> può essere appunto catturato dall'impianto e stoccato con costi molto inferiori rispetto ad una centrale che brucia carbone polverizzato. Per quanto riguarda lo zolfo, il 95% circa viene rimosso e gli NO<sub>2</sub> sono al di sotto delle 50ppm.

L'aumento dei livelli di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera e la durata delle riserve mondiali degli idrocarburi liquidi e gassosi sono due facce di una stessa medaglia. Il pieno utilizzo del carbone consentirà di allungare la vita delle nostre riserve di idrocarburi. E dunque il nostro problema energetico a medio termine si concentra in un solo punto: come trattare la CO<sub>2</sub>. Per fare questo risulta di capitale importanza la tecnologia.

Si sta procedendo speditamente con la tecnica del reinterramento e riiniezione della CO<sub>2</sub> in giacimenti esauriti di gas che bene si prestano a fare da stoccaggi e sono molto ben noti in ogni loro aspetto, ma che non sono ovviamente presenti ovunque sul nostro pianeta, e poiché di CO<sub>2</sub> se ne producono enormi quantità, in tanti punti dispersi, raccoglierla e convogliarla negli stoccaggi sotterranei risulta una operazione immane. Quindi un approccio più pratico, partendo dall'idea che la CO<sub>2</sub> è una preziosa fonte di carbonio, parrebbe una strada migliore da seguire. La chimica ci insegna che alla CO<sub>2</sub> si può aggiungere idrogeno per produrre metanolo, che può essere utilizzato in un motore, o in un bruciatore; si produce quindi ulteriore energia. Oppure lo si può utilizzare come solvente chimico. Una centrale a carbone che realizzi come retrofit un impianto del genere darebbe luogo ad una centrale elettrica "pulita" che non inquina ed ha una doppia fonte di reddito.

Poiché circa il 40% dell'energia elettrica prodotta viene dal carbone, ciò significa che grandi quantità di CO<sub>2</sub> vengono prodotti in questi impianti e grandi sarebbero i benefici ambientali ed economici che si possono realizzare, con l'aiuto delle tecnologie e del buon senso.

Il binomio carbone e ambiente è sicuramente complesso e difficile, ma non impossibile.

