

La decarbonizzazione dell'industria del vetro: il contributo dell'efficienza energetica e delle materie prime precalcinate

Dario Atzori, Responsabile Area tecnica Assovetro

La decarbonizzazione del processo produttivo rappresenta per l'industria del vetro una sfida particolarmente complessa. La sfida del raggiungimento della neutralità climatica al 2050 deve confrontarsi con i lunghi cicli di vita degli impianti: considerando che un tipico forno per la produzione di vetro per contenitori ha una vita media di circa 15 anni, da oggi al 2050 saranno possibili solo due o tre ricostruzioni complete, rendendo imprescindibile l'adozione progressiva di soluzioni mature, affidabili ed economicamente sostenibili. Questo tema è al centro dello studio sviluppato da Assovetro confluito nella pubblicazione scientifica *The Italian Glass Sectors' Decarbonization Pathway* pubblicata sulla rivista *Gases* (<https://www.mdpi.com/2673-5628/5/2/11>), che analizza le opzioni tecnologiche disponibili per il raggiungimento della neutralità climatica valutandone l'impatto in termini energetici, emissivi ed economici.

Nel contesto italiano, il settore vetrario produce circa 3,7 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno, dovute alla combustione di gas naturale nei forni di fusione e alle reazioni chimiche di decomposizione dei carbonati utilizzati come materie prime. Le emissioni dirette rappresentano la quota prevalente, essendo l'apporto energetico dato dai combustibili fossili maggioritario rispetto ai consumi elettrici, il che rende il settore esposto alle politiche europee per il contrasto al cambiamento climatico (sistema ETS e costi associati alla CO₂). Nello studio pubblicato su *Gases* vengono studiate due possibili strategie per la decarbonizzazione dell'industria del vetro, che si avvalgono di sette leve tecnologiche:

1. interventi di efficienza energetica sui forni e sui processi;
2. elettrificazione parziale dei sistemi di fusione;
3. utilizzo di combustibili verdi (idrogeno e biometano);
4. impiego di energia elettrica da fonti rinnovabili;
5. aumento dell'uso di rottame di vetro riciclato (cullet);
6. utilizzo di materie prime precalciate;
7. adozione di tecnologie di cattura e stoccaggio della CO₂ (CCS).

La prima strategia, denominata "Green Fuels", verte sulla progressiva sostituzione dei combustibili fossili con idrogeno verde e biometano, per l'eliminazione delle emissioni GHG da combustione, con l'uso della CCS per la cattura delle sole emissioni di processo. La seconda strategia "CCS" si concentra sull'adozione estensiva di sistemi di cattura e stoccaggio della CO₂ per abbattere la maggior parte delle emissioni. In questo scenario appare manifesta la necessità di affiancare a queste soluzioni emergenti degli interventi già implementabili nel breve termine, come quelli legati all'efficienza

energetica e all'utilizzo di materie prime pre-calciate.

Gli interventi di efficienza energetica, finanziariamente agevolati in Italia dal meccanismo dei Certificati Bianchi, rappresentano da tempo una leva strutturale per la competitività e la sostenibilità dell'industria del vetro, costituendo il punto di partenza di qualsiasi strategia di decarbonizzazione credibile. Come evidenziato anche nell'articolo *Industrial technologies for glass decarbonization* pubblicato su *Thermo* (<https://www.mdpi.com/2673-7264/3/4/39>), il settore ha già implementato e ottimizzato un ampio insieme di tecnologie finalizzate alla riduzione dei consumi energetici: miglioramento dell'efficienza di combustione tramite bruciatori avanzati e sistemi di controllo automatizzati, ottimizzazione dei tempi di permanenza del vetro nel forno, gestione delle correnti convettive attraverso boosting elettrico, nonché un'attenta progettazione dell'isolamento refrattario, bilanciando riduzione delle perdite termiche e durabilità dei materiali. Particolare attenzione è stata inoltre dedicata al recupero del calore dai fumi, oggi universalmente adottato nei forni rigenerativi e ulteriormente sviluppato tramite tecnologie di recupero del calore residuo, come il preriscaldamento di batch e rottame, la generazione elettrica mediante cicli Rankine e l'integrazione con reti di teleriscaldamento. Tali interventi risultano particolarmente efficaci se inseriti in programmi strutturati di revamping degli impianti esistenti o nella progettazione di nuovi forni ad alta efficienza. Pur non essendo tali soluzioni sempre cumulabili tra loro, testimoniano come l'efficienza energetica non sia una misura transitoria, ma un elemento consolidato e continuamente aggiornato, destinato a rimanere centrale anche negli scenari futuri basati su combustibili verdi e CCS.

Un contributo particolarmente interessante riguarda il potenziale uso in miscela di materie prime precalciate a parziale o integrale sostituzione dei tradizionali carbonati, una soluzione che consente di intervenire direttamente sulle emissioni legate al processo di vetrificazione delle materie prime. L'impiego di materie prime già preventivamente calcinate (es. ossido di calcio) consente di evitare che le reazioni di decomposizione dei carbonati avvengano all'interno del forno di fusione, eliminando così la necessità di fornire l'energia richiesta per le reazioni endotermiche di calcinazione. I forni di calcinazione che producono materie prime precalciate, inoltre, sono progettati e ottimizzati specificamente per questo tipo di reazione, e risultano quindi più efficienti nel trattamento dei carbonati rispetto ai forni vetrari, sia dal punto di vista energetico che emissivo. Sebbene il contributo percentuale di queste due leve (efficienza energetica + materie prime precalciate) sia più contenuto rispetto ad altre, il valore strategico come leve complementari all'impiego di idrogeno e ai sistemi CCS è evidente, poiché consente di ridurre le emissioni già alla fonte.



Contributo delle singole leve alla riduzione delle emissioni di CO2 – Scenario Green Fuels

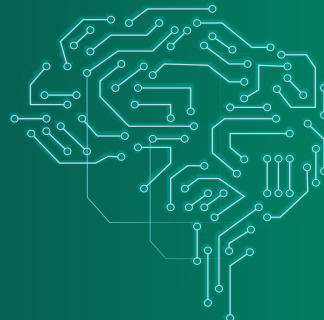
Lo studio conferma che l'efficienza energetica continua ad essere una leva importante, non solo perché la tecnologia è matura in confronto ad altre soluzioni ancora in fase di sviluppo o scale-up, ma anche per il contesto nazionale che ne favorisce la diffusione. Per quanto concerne l'uso di materie prime precalciate, tale opzione va attentamente considerata visto che, insieme all'adozione della CCS, rappresentano le uniche leve per l'abbattimento delle emissioni di processo.

Oltre agli aspetti tecnologici, lo studio dedica particolare attenzione alle implicazioni economiche delle diverse opzioni di decarbonizzazione, elemento centrale per le decisioni industriali nel settore vetrario. In questo quadro, l'efficienza energetica e l'impiego di materie prime precalciate si distinguono per un profilo di costo generalmente più contenuto rispetto alle tecnologie emergenti, risultando meno esposte all'incertezza legata alla disponibilità di infrastrutture e alla volatilità dei prezzi energetici. Gli interventi di efficientamento presentano in molti casi tempi di ritorno più brevi e consentono di ridurre l'esposizione delle imprese sia al costo dell'energia sia al prezzo della CO₂ nell'ambito del sistema ETS. Analogamente, la riduzione delle emissioni di processo ottenuta attraverso l'uso di ma-



BRAINWATT®

EMPOWERING DIGITAL ENERGY



La piattaforma software che trasforma i dati energetici in valore misurabile



RICHIEDI UNA DEMO



energy.mapsgroup.it



marketing.energy@mapsgroup.it



Company of



Maps Energy S.r.l.

Società soggetta a direzione e coordinamento Maps S.p.A.

P.IVA 02459280224 | Sede Legale: Piazza Manifattura, 1 38068 Rovereto (TN)

terie prime già decarbonatate contribuisce a contenere il fabbisogno di quote emissive ETS, migliorando la prevedibilità dei costi nel medio-lungo periodo. Dal punto di vista della pianificazione industriale, queste soluzioni permettono di avviare percorsi di decarbonizzazione graduale, coerenti con i cicli di investimento tipici del settore vetrario e con le finestre temporali di rinnovo degli impianti.

Barriere

La diffusione di queste soluzioni è tuttavia condizionata da alcune barriere rilevanti. Nel caso dell'efficienza energetica, i principali ostacoli sono rappresentati dagli elevati costi di investimento necessari per interventi avanzati, a fronte di benefici progressivamente decrescenti, e dalle difficoltà logistiche legate all'integrazione dei sistemi di recupero del calore in linee produttive esistenti, spesso progettate senza spazi o flessibilità sufficienti.

Per quanto riguarda le materie prime pre-calciate, le criticità includono i maggiori costi di produzione rispetto alle alternative, la attuale limitata disponibilità di impianti industriali di calcinazione dedicati, la potenziale incertezza sull'attribuzione formale delle emissioni indirette associate al processo di pre-calcinazione, e i potenziali costi di adattamento o riprogettazione di alcune componenti degli impianti vetrari (e.g. caricatrici, doghouse, batch house, etc).

Ulteriori complessità potrebbero emergere se l'impiego sostanziale di materie prime pre-calciate in miscela avesse un impatto tangibile sulle cinetiche delle reazioni di fusione, il che potrebbe influenzare il comportamento del fuso e, indirettamente, le caratteristiche del prodotto finale; da cui l'importanza di effettuare attente verifiche preliminari di compatibilità.

Ad ogni modo, in assenza di adeguati strumenti di supporto economico e di valorizzazione ambientale, queste materie prime pre-calciate risultano oggi meno competitive rispetto alle soluzioni carbonatiche convenzionali.



Conclusioni

In conclusione, si conferma che la transizione verso la neutralità climatica dell'industria del vetro richiede un approccio integrato, graduale e tecnicamente fondato. Efficienza energetica e utilizzo di materie prime precalciate rappresentano leve già disponibili, scalabili e fondamentali per ridurre le emissioni nel breve e medio periodo, contribuendo al contempo a contenere i costi e a ridurre i rischi industriali, pur considerando i limiti già riportati. Il loro ruolo è quello di preparare il settore all'adozione delle tecnologie di decarbonizzazione più radicali, come la conversione ai Green Fuels e la cattura della CO₂, rendendo il percorso verso il 2050 tecnicamente ed economicamente più graduale e sostenibile.

Wazee REPORT

Il servizio di reportistica nato dalle reali necessità degli Energy Manager



1. Report Miglioramento Continuo

Per fare confronti e misurare i progressi.

2. Report Diagnosi

Per avere sotto controllo i consumi energetici secondo i requisiti ENEA - ISO 50001

3. Report Fabbisogno e Sostenibilità

Per essere consapevoli del legame tra energia e responsabilità ambientale.

Misura, Confronta, Migliora.

I Report sono già **pronti e configurati per l'uso** e si collegano a qualsiasi sistema di monitoraggio.

Metodo certificato: Analisi conforme a ISO 50001, linee guida ENEA e IPMVP, garanzia di rigore e affidabilità.

