



“PRESENTAZIONE, MOTIVAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE ADOTTATE. ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI IN RAPPORTO ALLE PREMESSE. GLI IMPORTANTI SVILUPPI ANCORA POSSIBILI”.

Dr. Piero ERCOLE - Direttore scientifico del Progetto Meiglass

Perché affrontare un tema ambientale così oneroso ?

Il notevole incremento dei materiali di riciclo in sostituzione delle materie prime naturali ha eroso, all'inizio di questo decennio, il mercato delle materie prime e ciò, evidentemente, ha indotto la SASIL a differenziare la sua attività dedicando i “Know How”, messi a punto per i processi di trattamento delle materie prime naturali, al ricupero dei materiali riciclabili ed, in particolare del vetro

Il basso rendimento in rottame utile (pronto al forno) degli impianti primari e l'elevato tenore in vetro sodico calcico (maggiore del 90%) degli scarti hanno messo in evidenza la possibilità di impostare un'attività mirata a recuperare, da questi, nuove materie prime.

In Italia, infatti, più del 20% del vetro proveniente dalla raccolta differenziata veniva perso nelle discariche.

I problemi previsti

Certo, la messa a punto di un processo che permettesse non solo di riciclare vetro da tempo disperso nelle discariche pubbliche ma anche di trasformarlo in nuove materie prime capaci di apportare benefici ambientali, energetici, economici e qualitativi in particolare all'industria del vetro cavo imponeva di superare alcuni problemi che sembravano davvero insormontabili.

Tra questi i più difficili erano:

- Il livello qualitativo molto scadente del materiale di scarto, malgrado l'alto tenore in vetro sodico calcico.
- La presenza di ceramica e di altri materiali infusibili, 5 volte più elevata di quella del vetro da raccolta differenziata e 50 volte del vetro pronto al forno.
- La presenza di sostanze organiche nei contenitori non lavati.
- La presenza di materie plastiche, in ragione del 2.0% in peso, e la conseguente necessità di separarle dal vetro e di valorizzarle.
- La consapevolezza che l'indispensabile lavaggio con acqua degli scarti vetrosi avrebbe posto problemi ancora irrisolti. Infatti, le soluzioni realizzate in precedenza operanti sul vetro da raccolta differenziata molto più pulito, sono state abbandonate in tempi brevi.
- La diffidenza dell'industria del vetro cavo, che, in passato, non ha mai preso in considerazione la possibilità di utilizzare rottame fine, previsto, invece, dal Progetto MEIGLASS.





Progetto MEIGLASS

Giornata conclusiva sui risultati e sulle prospettive

Venerdì 19 febbraio 2010

Palazzo Boglietti - Biella



Le idee per superare le difficoltà

L'analisi approfondita e condivisa effettuata dal management della SASIL e dai suoi consulenti, studiando a fondo tutti i problemi che si sarebbero presentati nel corso dello sviluppo del progetto, ha portato alla conclusione che, non solo il problema del riciclo dei scarti vetrosi era affrontabile ma che vi l'impegno poteva consentire di superare limiti tecnologici, fino ad allora ritenuti invalicabili.

Nel seguito sono riportate le principali idee che hanno sostenuto l'impegno fruttuoso della SASIL nei quattro anni spesi per il progetto MEIGLASS:

- La sicurezza di applicare anche per la valorizzazione degli scarti vetrosi, le tecnologie originali sviluppate dalla SASIL per il trattamento dei minerali naturali.
- Il sicuro appoggio, almeno iniziale, dell'industria primaria per il recupero del vetro che, fornendo gratuitamente i suoi scarti eliminava il costo molto oneroso della messa in discarica.
- La tranquillità di poter definire il processo di lavaggio, depurazione e riciclo integrale dell'acqua senza incorrere in problematiche ambientali grazie al grande volano di acqua dello stabilimento di Brusnengo.
- Il conforto della bibliografia che garantiva che i materiali ceramici presenti negli scarti, portati a pezzature inferiori ad 1.0 mm, passano agevolmente in soluzione durante l'elaborazione del vetro.
- La convinzione che il successo del servizio di assistenza tecnica, instaurato dalla SASIL da parecchi anni, avrebbe favorito l'attuazione, presso la Clientela, di prove industriali di lunga durata, indispensabili per dimostrare l'utilità delle nuove materie prime e per quantificare i vantaggi ambientali, tecnici ed economici raggiungibili.
- La potenziale possibilità di fornire all'abituale Clientela, operante in diversi settori, il 100% delle nuove materie prime previste dal Progetto MEIGLASS.
- La convinzione che le materie plastiche presenti negli scarti vetrosi costituivano una potenziale risorsa energetica sfruttabile per mezzo del cracking a bassa temperatura (500 °C) con formazione di olio e gas combustibili e che un impianto di cogenerazione di energia elettrica e termica alimentato prevalentemente con i prodotti uscenti dal cracking delle materie plastiche poteva fornire alla SASIL tutta l'energia necessaria per il funzionamento del suo Stabilimento di Brusnengo a costi notevolmente contenuti.
- La presunzione che le interessanti prospettive ambientali ed energetiche del Progetto MEIGLASS avrebbero favorito il finanziamento da parte del programma LIFE dell'Unione Europea





Vantaggi attesi utilizzando le nuove materie prime ottenibili con il progetto MEIGLASS

Va precisato che il nuovo processo per il trattamento degli scarti degli impianti primari doveva consentire di ottenere nuove materie prime con specifiche molto precise e costanti nel tempo.

Esso, pertanto, è stato sviluppato per raggiungere gli obiettivi riportati nel seguito, suddivisi per i settori che ne potevano trarre beneficio.

1. A livello del trattamento primario del rottame ecologico

- Decisivo miglioramento della qualità del rottame pronto al forno riducendone il contenuto di materiali infusibili (ceramica, porcellana, pietre ecc.).
- Riduzione complessiva degli scarti degli impianti per il trattamento del rottame proveniente dalla raccolta differenziata dall'attuale 20 – 25% (in Italia) a meno del 2% per mezzo della trasformazione degli scarti in prodotti utili riciclabili.
- Possibilità, in futuro, di estendere al rottame di pezzatura più grande (pronto al forno) la tecnologia di lavaggio con acqua.

Ciò apporterebbe significativi vantaggi in quanto faciliterebbe la separazione automatica dei diversi colori contenuti nel rottame misto (verde, ambra e ½ bianco) e permetterebbe di rimuovere, ulteriormente, le dannose sostanze organiche riducenti.

- In Italia ed in alcune altre Nazioni Europee, nelle quali la raccolta del rottame di vetro non è differenziata per colore, questa soluzione consentirebbe un aumento molto significativo del riciclo del vetro.

2. A livello del processo di produzione dei contenitori di vetro

- Riduzione del consumo specifico di energia dei forni grazie all'impiego di una maggiore percentuale di rottame di riciclo proveniente dagli scarti di vetro prima portati in discarica.
- Miglioramento dell'efficienza dello scambio di calore fra le fiamme ed il bagno di vetro grazie alla riduzione della formazione di schiume persistenti sulla superficie (minor contributo di sostanze riducenti).
- Migliore controllo delle reazioni di ossido riduzione e, quindi, maggiore costanza del colore e della trasmissione della luce del vicino infrarosso dello spettro.
- La costanza dell'emissività in questa regione infrarossa dello spettro permette un controllo più efficace del comportamento del vetro nelle fasi più critiche del processo di formatura (condizionamento termico nel canale e raffreddamento negli stampi).
- Netto miglioramento della cinetica di affinaggio.
- Aumento del rendimento della produzione dei contenitori di vetro grazie:





- Alle minori quantità di ceramica, porcellana e pietre con dimensioni superiori ad 1 mm che, in Italia, nel rottame pronto al forno, raggiungono ancora oggi, livelli dell'ordine di 60 – 80 grammi/ton.
- Al più elevato livello di omogeneità termica e chimica del vetro che ne rende più costante il comportamento in tutti i processi di formatura

3. Aumento del rendimento degli impianti di riempimento:

- Miglioramento dell'immagine delle vetrerie presso la Clientela riducendo le rotture.
- Possibilità per un'ulteriore riduzione del peso delle bottiglie a parità di resistenza alle sollecitazioni termiche e meccaniche.
- Questo ambizioso obiettivo potrà essere raggiunto più facilmente grazie al minor numero di infusi ed alla più elevata micro omogeneità del vetro.

4. Impatto ambientale

- Significativa riduzione delle emissioni dei gas con effetto serra.
- Significativa riduzione dei consumi delle materie prime naturali.
- Sostanziale riduzione (quasi totale) degli scarti di vetro sodico calcico degli impianti primari per la produzione di rottame pronto al forno.

Le nuove materie prime ottenute dagli scarti degli impianti primari per il trattamento del rottame ecologico

Il nuovo processo doveva produrre ed ha prodotto tre nuove materie prime:

- "Glassy Sand" per l'industria del vetro cavo caratterizzata da una granulometria compresa fra 0.08 e 0.80 mm. Circa il 70% del vetro riciclato.
- "Ceramic Sand" per l'industria ceramica avente una granulometria per il 100% inferiore a 0.1 mm impiegata, in appropriato rapporto, con feldspato naturale.
- Circa il 25% del vetro riciclato.
- Una sospensione acquosa di vetro sodico calcico molto fine, da miscelare con argilla impiegata dall'industria dei laterizi. Circa il 5% del vetro riciclato.

Va chiarito che le frazioni molto fini (< 0.1 mm) di vetro sodico calcico, non impiegabili nelle miscele per vetro cavo, sono molto apprezzate dall'industria ceramica in quanto apportano Na₂O e K₂O a basso costo e da quella dei laterizi perché migliorano la lavorabilità degli impasti a base di argille.





Studio delle caratteristiche della Glassy Sand per ridurre la formazione di schiuma durante la fusione del vetro

E' stato portato a termine un programma specifico di ricerca di laboratorio che intendeva valutare:

- la reattività delle sostanze organiche ancora presenti nella Glassy Sand dopo il lavaggio.
- l'influenza della superficie specifica di gran lunga più elevata di quella del rottame pronto al forno, sulla formazione di schiume persistenti nel corso del processo di fusione del vetro.

I risultati hanno dimostrato che la suddetta reattività dipende dalle caratteristiche seguenti della Glassy Sand:

- Contenuto in sostanze organiche (COD).
- Tenore on in umidità.

E' stato, inoltre, sperimentalmente verificato che l'aumento della percentuale della porzione fine, nel rispetto dell'intervallo 0,07 – 0,8 mm, determina un aumento netto, a parità di COD, della reattività delle sostanze organiche presenti.

Il limite massimo del taglio granulometrico necessario per garantire la dissoluzione completa della ceramica resa fine per mezzo della macinazione. è stato definito tenendo in conto che:

- L'aumento medio delle dimensioni, nel rispetto dell'intervallo prefissato (0.07 – 0,80 mm), è preferibile al fine di ridurre il rischio della formazione di schiume
- La presenza di particelle di ceramica con un diametro medio maggiore poteva rendere più difficoltosa la perfetta fusione ed il raggiungimento dell'omogeneità chimica ottimale del vetro prodotto.

Il processo innovativo per ricavare dagli scarti Glassy Sand, Ceramic Sand e vetro fine per laterizi

Va premesso che al fine di rispettare specifiche tecniche tali da consentire di centrare gli obiettivi previsti è stato necessario, pur ricorrendo a tecnologie convenzionali, personalizzarne le condizioni di lavoro.

Il ciclo produttivo comprende le seguenti fasi:

- Selezione, per mezzo di tecniche automatiche e/o semiautomatiche, dei materiali organici, prevalentemente materie plastiche, presenti negli scarti di produzione degli impianti primari.
- Lavaggio con acqua di tutto il vetro uscente dalla prima fase per asportare le sostanze organiche solubili e parte di quelle insolubili.
- Essiccamento del vetro lavato utilizzando una corrente di calore di recupero.





- Macinazione a secco (cilindriaia ad alta compressione) della frazione < 10 mm unita allo scarto delle macchine elettroniche contenente, come prima detto, la maggior parte della ceramica presente nel rottame di vetro proveniente dalla raccolta differenziata.
- Separazione a vento del materiale macinato per eliminare le frazioni molto fini (< 0.08 mm) attualmente utilizzate dall'industria ceramica come afferitori di alcali.
- Vagliatura meccanica del vetro con pezzatura > 0.07 mm per ottenere la frazione compresa nell'intervallo 0.07 - 0.80 mm da impiegare nell'industria del vetro cavo, e la frazione > 0.80 mm da riciclare alla cilindriaia ad alta compressione

Ottimizzazione delle fasi essenziali del processo

1. Lavaggio degli scarti

La messa a punto del processo di lavaggio ha risolto, in modo efficace, il problema del ricupero, valorizzazione e riciclo del vetro di scarto proveniente dalla raccolta ecologica differenziata.

Esso produce sistematicamente vetro lavato con COD < 100 e perdita al fuoco < 0,1 % contro valori rispettivamente di 1.200 e 0,5 % del rottame pronto al forno.

2. Macinazione a secco con cilindriaia ad alta compressione

Ha consentito di:

- Rispettare l'intervallo granulometrico previsto per la frazione principale (Glassy Sand, 0,07 – 0,80 mm).
- Ridurre, per combustione nel corso dell'essiccamento, le particelle di carta ancora presenti dopo il lavaggio.
- Allontanare le particelle di carta residue nel separatore a vento a valle del mulino grazie all'assenza dell'azione collante esercitata dall'acqua.
- Il vetro macinato con la cilindriaia ad alta compressione rispetta, l'intervallo granulometrico previsto, ma presenta una distribuzione con percentuali delle frazioni fini e finissime decisamente inferiori.

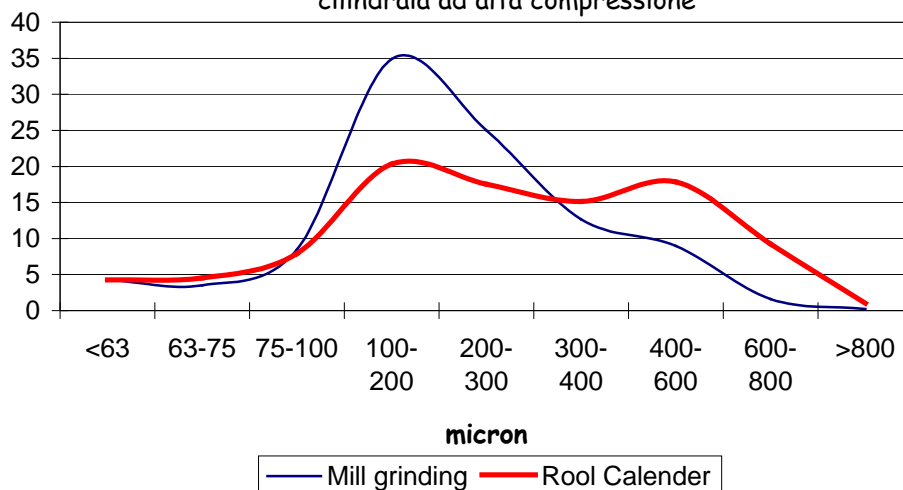
Ciò, in quanto, il materiale ottenuto nel mulino ad umido viene più volte pestato dai corpi macinanti e ciò determina un picco delle percentuali delle frazioni con pezzature verso i valori minimi dell'intervallo.



Distribuzione granulometrica della Glassy Sand

Diagramma n° 1

Distribuzione granulometrica della Glassy sand macinata ad umido e con
cilindraia ad alta compressione



Andamento della riduzione del consumo specifico di energia all'aumentare della percentuale di Glassy Sand a spese delle materie prime naturali

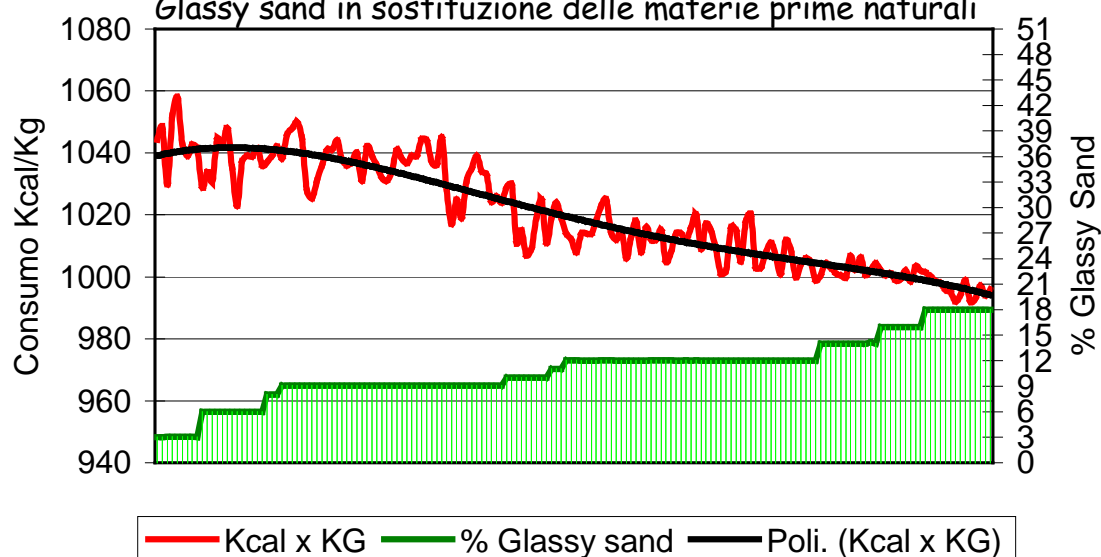
Nel grafico n° 2, inserito nel seguito, è riportato, a titolo di esempio, l'andamento del consumo specifico espresso in kcal/kg di vetro cavato in rapporto al livello di sostituzione della Glassy Sand a spese delle materie prime naturali.

L'esame dei dati evidenzia una riduzione lineare del consumo da 1045 a 945 kcal/kg pari al 9,6% passando da un livello di sostituzione del 3 al 18%.

Va detto, a questo proposito che il risparmio energetico dovuto all'incremento del rottame di vetro a spese delle materie prime naturali è, per ovvie ragioni, scontato mentre quello derivante dal miglioramento delle cinetiche di fusione e di affinaggio, consentendo di abbassare le temperature di suola del forno a parità di cavato, riduce ulteriormente il consumo specifico di energia.

Diagramma n° 2

Variatione consumo energetico forno fusore impiegando Glassy sand in sostituzione delle materie prime naturali

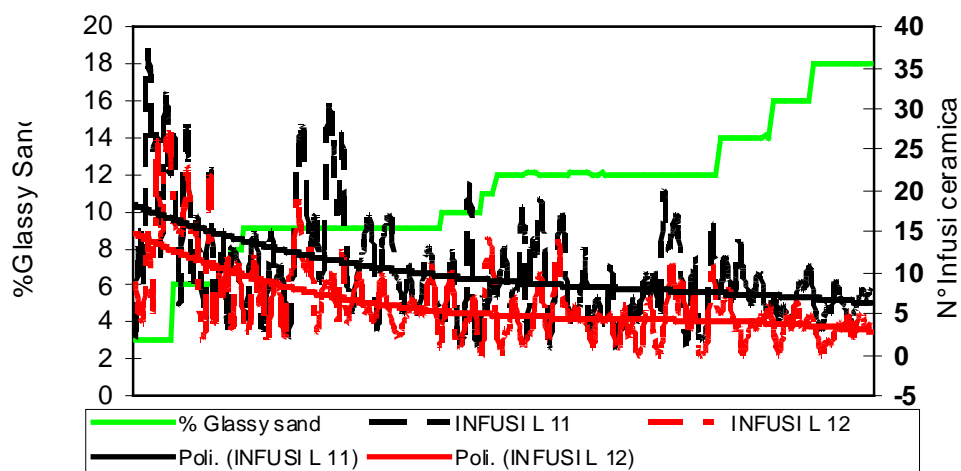


Riduzione del n° di infusi per tonnellata di vetro cavato

Il grafico n° 3 mostra l'andamento degli infusi, riscontrato in una prova di lunga durata in cui la Glassy Sand ha gradualmente sostituito il rottame pronto al forno.

Diagramma n° 3

Andamento n° infusi/ton di vetro all'aumentare della Glassy Sand a spese del rottame pronto al fornoceramica



I valori riportati nel grafico sono stati ottenuti esaminando campionature significative di bottiglie prelevate dalle due linee di produzione (vetro ambra) operante con il 50% di rottame totale (pronto al forno + Glassy Sand).

I risultati ottenuti mettono in evidenza come la riduzione del numero di infusi per tonnellata di vetro avviene su entrambe le linee in modo più netto di quanto la diluizione del rottame pronto al forno dovrebbe comportare. La riduzione è stata del 50% circa: da 10 a 5 infusi/ton.

Infatti, ipotizzando che:

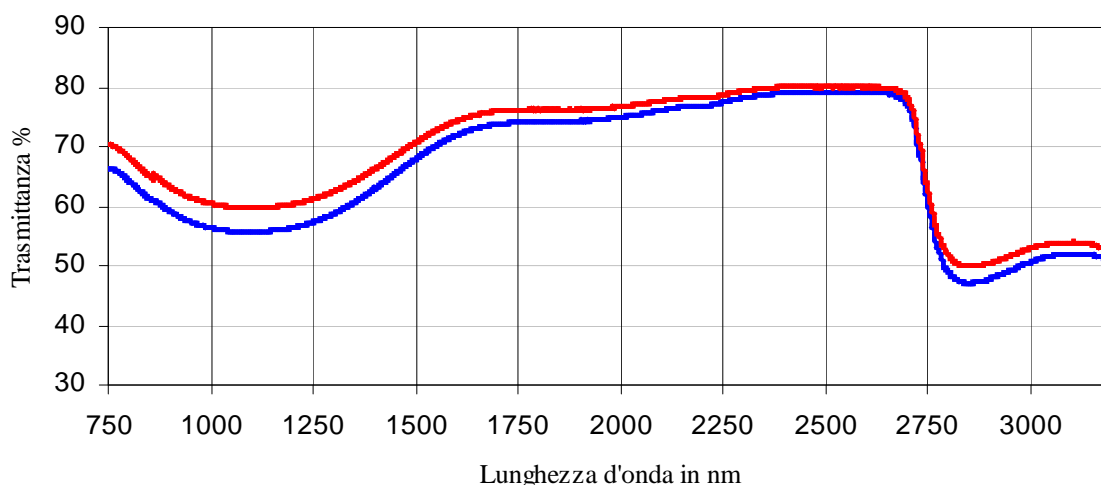
- La qualità dei due tipi di rottame sia rimasta costante per tutta la durata della prova.
- Tutti gli infusi riscontrati nel vetro cavato siano derivati dalla ceramica residua contenuta nel rottame pronto al forno.
- Tutta la ceramica presente nella Glassy Sand (< 0,8 mm) sia passata in soluzione

si deduce che:

- Nel primo periodo in cui la Glassy Sand rappresentava il 3% del cavato ed il rottame pronto al forno il 47%, l'apporto di infusi del rottame pronto al forno è stato mediamente di 0,24 infusi/ton di vetro cavato per ogni punto percentuale di rottame pronto al forno presente nella miscela.
- Nell'ultimo periodo, quando la Glassy Sand rappresentava il 18% del cavato ed il pronto al forno il 32, l'apporto medio è sceso a 0,09 infusi/ton per ogni punto percentuale di rottame pronto al forno. Questo valore rappresenta il 37.5% di quello riscontrato all'inizio della prova.

Confronto fra gli spettri di assorbimento di vetro ottenuto in assenza di Glassy Sand ed in presenza del 20% rispetto al vetro cavato

Diagramma N°4 Curva di Trasmittanza



Glassy Sand = 20 % - Glassy Sand = 0 %





Nel diagramma n° 4, sopra inserito è riportato il confronto fra i due spettri di trasmittanza inserito nel seguito, evidenza, che il vetro prodotto con una significativa percentuale di Glassy Sand presenta un abbassamento della trasmissione della luce infrarossa della lunghezza d'onda 2800 nm, zona dello spettro di massimo assorbimento dei gruppi - OH, e dimostra come l'inserimento della Glassy Sand, a parità di rottame totale, consenta al vetro di assorbire più acqua dai fumi.

Questa si inserisce nella struttura del vetro rompendo i legami -Si-O-Si- e formando gruppi -OH secondo la seguente reazione:



Come è noto, questa piccola ma importante modifica della struttura riduce, da un canto, in modo significativo, la viscosità del vetro in elaborazione a parità di temperatura, ed aumenta, dall'altro, la sua emissività della luce infrarossa della lunghezza d'onda 2800 nm nell'intervallo di temperature tipico del processo di fabbricazione (TLog3 - TLog7).

Ciò favorisce il trasferimento del calore dal vetro allo stampo ed apporta miglioramenti sia della velocità di formatura sia del controllo della ripartizione del vetro nelle bottiglie.

I suddetti miglioramenti ottenuti in presenza della Glassy Sand hanno permesso di ottenere un più elevato livello qualitativo dei contenitori prodotti e, di conseguenza, di aumentare, da un canto, la loro resistenza media alla pressione interna e, dall'altro, il rendimento della produzione.

Aumento della resistenza alla pressione interna delle bottiglie per birra

Nel grafico N. 5 sono riportati i primi risultati di uno studio ancora in corso che evidenzia le correlazioni esistenti tra la quantità della Glassy Sand utilizzata sia con la presenza d'infusi che con la resistenza alla pressione interna dei contenitori prodotti.

I dati sono stati ottenuti in una vetreria dotata di un forno operante al cavato di 260 ton/giorno ($\pm 3\%$) ed alimentato con una miscela contenente il 50% di rottame (25% Glassy Sand e 25% pronto al forno) a cui erano asservite due linee di formatura per la produzione di bottiglie per birra.

I dati raccolti si riferiscono tutti allo stesso tipo di contenitore e, pertanto, sono direttamente confrontabili.

Gli andamenti registrati, sono, evidentemente, molto interessanti e promettenti e richiedono, per ciò, ulteriori approfondimenti

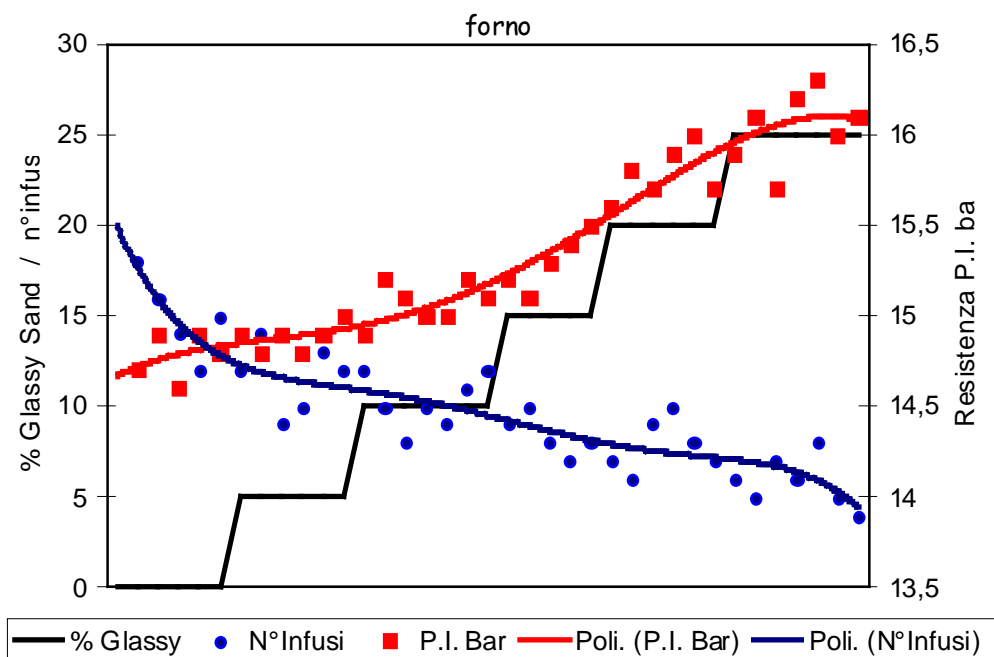
È, infatti, necessario, da un canto, ottenere conferme in altri stabilimenti e con diversi tipi di bottiglie e, dall'altro, estendere l'indagine alla resistenza ad altri tipi di sollecitazione (resistenza all'urto, allo shock termico ecc.).

Tuttavia, le osservazioni effettuate sono univoche ed evidenziano che la stessa bottiglia fabbricata sulla stessa linea adottando condizioni termiche e di formatura apparentemente uguali presenta una resistenza alla pressione interna più elevata del 9 % circa quando viene prodotta con un vetro ottenuto da una miscela vetrificabile contenente Glassy Sand in ragione del 25% del vetro cavato.



Diagramma n° 5

Andamento n° infusi/ton vetro e Resistenza Pressione Interna
Bottiglia birra all' aumentare di Glassy Sand a spese di pronto al



Ulteriori interessanti vantaggi ambientali ed economici ottenibili sfruttando i risultati già raggiunti con il Progetto MEIGLASS

I risultati ottenuti con il Progetto MEIGLASS, superiori alle più rosee aspettative, aprono ulteriori interessantissime possibilità per ridurre, in modo significativo, i consumi specifici di energia.

Alcune di queste, elencati nel seguito, possono permettere all'industria del vetro, in generale, ed a quella del vetro cavo, in particolare, di rispettare l'impegno di ridurre le emissioni di gas serra (CO₂) senza subire aggravii economici.

- Alleggerimento delle bottiglie a parità di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e termiche grazie al minor n° di infusi/ton di vetro cavato.
- Possibilità di preriscaldare la miscela a spese del calore dei fumi caldi scaricati in atmosfera sfruttando una tecnologia semplificata (scambiatore di calore a letto fluido) realizzabile con un investimento nettamente inferiore e soltanto impiegando rottame fine, molto più efficiente di quella adottata nel passato.
- Possibilità di ottenere dalle frazioni più fini, in associazione o non con vetri speciali non riciclabili, nuovi prodotti ad elevato valore aggiunto quali: schiume vetrose con elevato potere isolante, vetro ceramiche per pavimentazioni esterne ecc.



I vantaggi del ricupero del calore dai fumi operando con scambiatore di calore a letto fluido

- Possibilità di impiegare fumi a temperature più elevate di quella di incollaggio del rottame (> 600 °C) grazie all'efficienza dello scambio termico garantita dall'elevatissima superficie di contatto tra la miscela ed i fumi.
- Ingombro dell'impianto sensibilmente inferiore rispetto a quello dei sistemi preesistenti e grande facilità, quindi, di applicarlo ai forni in esercizio anche in stabilimenti con spazi disponibili limitati.
- Costi molto inferiori sia per la progettazione che per l'installazione.
- L' applicazione del ricupero di calore a letto fluido ai forni ad ossicombustione che scaricano fumi a 1200 °C consente riduzioni di consumo specifico di energia molto più interessanti e grandi benefici economici ed ambientali.

Conclusioni

Quanto emerso nel corso delle attività svolte, permette di concludere che la ricerca effettuata ha dato risultati che hanno superato le più rosee previsioni e che ulteriori importanti benefici economici ed ambientali possono essere ottenuti dall'industria del vetro cavo sfruttando le potenzialità del vetro fine

È stato verificato, infatti, che questo permette di migliorare la qualità del vetro e, quindi, di alleggerire i contenitori a parità di resistenza alle sollecitazioni termiche e meccaniche e di sfruttare lo scambiatore a letto fluido che consente il ricupero del calore sensibile ancora presente nei fumi con efficienze molto elevate, con investimenti limitati ed ingombri così piccoli da consentirne l'inserimento anche in vetrerie con spazi disponibili limitati.

