



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102006901385145
Data Deposito	13/02/2006
Data Pubblicazione	13/08/2007

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	03	C		

Titolo

PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI SABBIA ARTIFICIALE PER L'INDUSTRIA CERAMICA E VETRARIA A PARTIRE DA ROTTAME DI VETRO RISULTANTE DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA DEL VETRO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI SABBIA
ARTIFICIALE PER L'INDUSTRIA CERAMICA E VETRARIA A
PARTIRE DA ROTTAME DI VETRO RISULTANTE DALLA
RACCOLTA DIFFERENZIATA DEL VETRO"

Di: SASIL S.p.A., nazionalità italiana, Via
Libertà, 8, 13862 Brusnengo (Biella)

Inventore designato: Lodovico RAMON

Depositata il: 13 FEB 2006

TO 2006 A 000099

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale
al campo delle tecnologie per il ricupero del rot-
tame di vetro risultante dalla raccolta differen-
ziata del vetro.

Come è noto, tale rottame di vetro è in parte
riciclato per la fabbricazione di vetro cavo, ed in
particolare di bottiglie.

Uno dei problemi che l'industria del vetro cavo
deve risolvere per ridurre il consumo di energia
per litro di prodotto confezionato, che per il "ve-
tro a perdere" è in assoluto il più elevato, è sen-
za dubbio la riduzione del rapporto peso/capacità
delle bottiglie da realizzare, senza però compro-
mettere la loro resistenza meccanica.

Il problema è tuttora aperto malgrado siano stati ottenuti risultati interessanti con lo sviluppo e l'ottimizzazione del processo di formatura in pressato soffiato.

Negli ultimi anni l'industria del vetro cavo ha investito molto in una serie di ricerche mirate, da un canto, ad eliminare i difetti della superficie interna presenti nelle bottiglie ottenute con il processo pressato soffiato che, per evidenti ragioni, penalizzano la loro resistenza alle sollecitazioni che mettono in trazione la superficie interna stessa e, dall'altro, a ridurre sempre di più il peso dei contenitori.

Nell'ambito di tali ricerche è stato sviluppato ad esempio il procedimento "Case Gob", che intende inserire un uniforme strato di tensioni di compressione sulla superficie esterna delle bottiglie ottenute alimentando alle macchine formatrici gocce rivestite da uno strato di vetro caratterizzato da un elevato coefficiente di espansione e prodotto in continuo in un secondo piccolo forno. Durante il raffreddamento il vetro esterno si contrae maggiormente di quello interno, generando così le desiderate tensioni di compressione.

Un altro procedimento è il processo di scambio

ionico, che persegue lo stesso scopo del precedente, ma lo ottiene sostituendo sulla superficie esterna del contenitore gli ioni sodio con ioni potassio che, essendo caratterizzati da un raggio ionico superiore, producono le stesse tensioni di compressione.

Diversi processi che prevedono il rivestimento della superficie esterna delle bottiglie con resine sintetiche, prevalentemente poliuretatiche, sono stati realizzati e sperimentati sia a livello industriale che commerciale. Questo rivestimento da un canto protegge le bottiglie dalle abrasioni e, dall'altro, determina un significativo aumento della loro resistenza meccanica.

Tutti i processi sopra sommariamente descritti, anche se hanno prodotto accettabili miglioramenti, non hanno avuto successo industriale perché, nei primi due casi, i costi di investimento e di esercizio sono risultati troppo elevati in rapporto ai benefici ottenibili e le tecnologie troppo sofisticate hanno complicato eccessivamente il processo di produzione e, nel terzo, l'apporto di una percentuale importante di sostanze organiche ha creato e continua a creare problemi di riciclo del rottame di vetro a causa del forte effetto riducente che

esse esplicano.

Il principale ostacolo che non ha permesso, negli ultimi anni, di ottenere riduzioni del peso medio dei contenitori è stato il progressivo deterioramento della qualità del vetro prodotto dai forni industriali, causato a sua volta dall'esigenza di aumentare l'aliquota di impiego di rottame "pronto al forno" nelle miscele che alimentano i forni.

L'insufficiente qualità del rottame "pronto al forno", dovuta soprattutto all'eccessiva concentrazione di particelle grossolane di materiale non fusibile, provoca infatti un aumento della loro presenza nel vetro estratto dal forno, il quale determina aumenti degli scarti e disomogeneità chimiche che abbassano la resistenza meccanica dei contenitori prodotti.

Questo problema ha assunto oggi un'importanza ancora maggiore in quanto il continuo aumento del prezzo dei combustibili da un canto, e l'esigenza, dall'altro, di ridurre la perdita al fuoco delle miscele infornate, e quindi le emissioni di gas serra (CO₂) al fine di soddisfare quanto previsto dal "Protocollo di Kyoto", impongono ulteriori aumenti delle aliquote di rottame vetro.

Le difficoltà finora incontrate per superare il

grande problema di qualità sopra accennato sono in grande misura dovute:

- 1) alla presenza nel rottame "pronto al forno" di materiali non vetrosi (ceramica, porcellana, pietre ecc.) di dimensioni troppo grandi e tali da non passare totalmente in soluzione durante l'elaborazione del vetro nel forno fusorio,
- 2) alla contaminazione dello stesso, ed in modo particolare delle frazioni più fini, con sostanze organiche molto riducenti che, durante la fusione, reagiscono con la SO_3 generando SO_2 . Questa anidride forma infatti uno strato di schiuma pesante sulla superficie del bagno di vetro fuso che ostacola il trasferimento del calore generato dai bruciatori verso il vetro e determina difficoltà di affinaggio, con peggioramento conseguente della qualità del vetro prodotto dal forno.

Il problema della presenza di materiali non vetrosi nel rottame "pronto al forno" è legato a quello della gestione ottimale delle macchine ottiche installate negli impianti primari di selezione e trattamento del rottame che avvertono la presenza dei corpi opachi al fine di eliminare i materiali che non passano in soluzione durante l'elaborazione del vetro, le quali provvedono allo scarto di tali

corpi opachi deviando il flusso inquinato. Tale operazione consente, da un canto, di raggiungere un ragionevole livello di sicurezza che il rottame "pronto al forno" che supera questa fase della lavorazione dell'impianto primario non contenga, se non a livelli del tutto marginali, i sopra citati dannosi materiali, ma determina, dall'altro, un aumento dello scarto, prevalentemente vetroso, che contiene quasi tutti i materiali dannosi presenti nell'alimentazione.

Scopo della presente invenzione è quello di superare i problemi della tecnica nota sopra descritta, ed in particolare quello di diminuire gli scarti dal materiale destinato al riciclaggio, senza peraltro influire negativamente sulla qualità dei materiali ottenibili da tale riciclaggio.

Forma pertanto oggetto dell'invenzione un procedimento per la produzione di sabbia artificiale per l'industria ceramica e vetraria a partire da una frazione di scarto del rottame di vetro risultante dalla raccolta differenziata del vetro, in cui detta frazione di scarto è separata dal rottame di vetro mediante separazione automatizzata basata su proprietà di trasparenza ottica, avente le caratteristiche definite nella rivendicazione 1.

Come si potrà apprezzare nel seguito, il procedimento secondo l'invenzione permette di:

- ridurre, a livelli del tutto marginali, gli scarti complessivi della lavorazione del rottame di vetro proveniente dalla raccolta ecologica differenziata (dal 25% della tecnica nota a meno del 2%),
- aumentare, senza incorrere in problemi di qualità, la percentuale di rottame impiegata per la produzione di vetro cavo,
- ridurre, in modo significativo, il consumo specifico di energia termica per la produzione del vetro,
- fornire un contributo sostanziale all'industria del vetro cavo e della ceramica per la riduzione delle emissioni di gas serra (CO₂).

La frazione di scarto del rottame di vetro, che come già accennato contiene tutti i materiali non fusibili presenti nel materiale di partenza e una massiccia parte dei composti organici, viene lavata per asportare la maggior parte delle sostanze solubili. Tale lavaggio può avvenire a monte della separazione ottica della frazione di scarto dal rottame di vetro, per cui viene lavato tutto il rottame di vetro comprensivo della frazione che verrà

successivamente scartata, oppure a valle della separazione ottica, per cui viene lavata esclusivamente la frazione di scarto. In ogni caso, la frazione di scarto viene successivamente macinata in mulini messi a punto per il particolare tipo di alimentazione al fine di ottenere un prodotto che non deve contenere particelle di dimensioni superiori ad 1,2mm.

Come si potrà apprezzare dalla descrizione dettagliata che segue, tale prodotto si è rivelato sorprendentemente adatto come materia prima per l'industria ceramica e vetraria, nonostante il fatto di essere ottenuto dalla frazione di scarto del rottame di vetro.

Forma quindi oggetto dell'invenzione anche una sabbia artificiale per l'industria ceramica e vetraria, avente le caratteristiche definite nella rivendicazione 9.

Tale sabbia viene classificata per ottenere due prodotti che differiscono fra loro unicamente per il taglio granulometrico: una frazione avente un taglio granulometrico compreso fra 0,08 e 1,2mm, particolarmente adatta per l'industria del vetro cavo, ed una frazione avente un taglio granulometrico inferiore a 0.08m, particolarmente adatta per

l'industria ceramica.

Formano pertanto oggetto dell'invenzione un uso di una sabbia artificiale per la fabbricazione di articoli di vetro cavo, avente le caratteristiche definite nella rivendicazione 10, ed un uso di una sabbia artificiale per la fabbricazione di articoli ceramici, avente le caratteristiche definite nella rivendicazione 11.

Per comodità, nel seguito si farà riferimento alle due frazioni suddette rispettivamente con i termini "Glassy Sand" e "Ceramic Sand". Si sottolinea tuttavia che tale denominazione pertiene al tipo di utilizzo di tali prodotti, e non alla loro composizione chimica.

Gli intervalli granulometrici sopra riportati sono stati definiti sviluppando un programma di ricerca mirato a risolvere il problema della reattività della Glassy Sand nei confronti del bagno di vetro nel bacino di fusione e, di conseguenza, la tendenza a produrre schiume sulla superficie del bagno.

Essi sono stati definiti tenendo prevalentemente in conto il comportamento della Glassy Sand durante la fusione del vetro in quanto è, senza alcun dubbio, più critico di quello della Ceramic Sand

durante la cottura dei manufatti ceramici.

Tale studio ha permesso di accertare che l'intervallo granulometrico della Glassy Sand dipende dai fattori elencati nel seguito:

- contenuto in sostanze organiche della Glassy Sand,
- tenore residuo in acqua,
- la minima dimensione delle particelle in funzione della reattività delle sostanze riducenti che aumenta all'aumentare della superficie specifica, e quindi della finezza della Glassy Sand,
- la massima dimensione in rapporto all'esigenza di ottenere, durante la fusione, il completo passaggio in soluzione della ceramica e degli altri materiali opachi eventualmente presenti.

Vale la pena di precisare che, per acquisire la certezza che l'impiego della nuova materia prima Glassy Sand (0,08 - 1,2mm) ottenuta tramite la tecnologia secondo l'invenzione permetta di ottenere e mantenere nel tempo un alto livello qualitativo del vetro prodotto dai forni industriali per vetro cavo, è stato imperativo definire sperimentalmente il livello ottimale di tutti i parametri più sopra elencati, tenendo ovviamente in conto le loro reciproche influenze.

Preme inoltre mettere in evidenza che la scelta del taglio granulometrico ottimale della Glassy Sand è stata fatta tenendo in seria considerazione il fatto che, se da un canto una curva granulometrica orientata verso le pezzature maggiori, in ogni caso compresa nell'intervallo 0,08 - 1,2mm, consente di meglio controllare il rischio della formazione di schiume, dall'altro la presenza di particelle di ceramica con una dimensione media maggiore, anche se contenuta nell'intervallo sopra citato, può creare maggiori difficoltà per raggiungere una perfetta fusione ed un alto livello di omogeneità chimica del vetro prodotto.

Verranno ora descritte alcune forme di realizzazione preferite ma non limitative dell'invenzione, facendo riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la figura 1 è uno schema di flusso di una prima forma di attuazione preferita del procedimento secondo la presente invenzione; e
- la figura 2 è uno schema di flusso di una seconda forma di attuazione preferita del procedimento secondo la presente invenzione.

Il procedimento secondo l'invenzione utilizza come materiale di partenza il rottame di vetro de-

rivante dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani od, in alternativa, una particolare frazione di scarto di tale rottame di vetro.

Per "rifiuti urbani" si intendono, ai sensi delle normative vigenti in materia, i rifiuti prodotti in ambito domestico, in uffici, luoghi pubblici ed attività commerciali, mentre sono escluse le scorie di processo di attività industriali.

La raccolta differenziata dei rifiuti è definita, ai sensi delle normative vigenti in materia, come "la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in categorie merceologiche omogenee". La raccolta differenziata può prevedere che alcuni oggetti contenenti vetro, quali ad esempio bottiglie, barattoli, ecc. siano conferiti secondo la categoria merceologica "vetro". Come è noto, il materiale raccolto con la raccolta differenziata del vetro non è costituito esclusivamente da vetro, ma contiene come impurità anche altri materiali, come plastica, materiali metallici, ceramica, materiali pietrosi, ecc.

Come sopra accennato, tale materiale di raccolta (indicato nel seguito anche come "rottame") viene inviato ad impianti per il riciclaggio del vetro (nel seguito indicati anche come "impianti prima-

ri"), all'interno dei quali il rottame di vetro viene sottoposto a differenti processi di separazione, in modo tale da allontanare il più possibile materiali metallici e materie plastiche dal vetro.

Ai fini della presente invenzione, come "rottame di vetro risultante dalla raccolta differenziata del vetro" si intende per l'appunto il materiale di raccolta che è stato sottoposto ai processi di separazione dei materiali metallici e delle materie plastiche. Tale rottame di vetro contiene ancora impurità, in particolare materiali ceramici e pietrosi. Indicativamente, tale rottame di vetro ha mediamente la seguente composizione:

vetro 94-97%, materie plastiche e carta 2-3%, materiali ferrosi 0,3-0,5%, materiali non ferrosi 0,3-0,5%, ceramica e sassi 1-1,5%. La composizione varia in funzione della città e della stagionalità.

Come sopra accennato, il rottame di vetro viene convenzionalmente sottoposto negli impianti primari ad un ulteriore processo di separazione automatizzata, che impiega macchine ottiche per separare i corpi opachi, quali materiali pietrosi e ceramici oppure vetro inquinato da carta o simili, dal resto del vetro, basandosi sulle proprietà di trasparenza ottica dei materiali. Inoltre, in tali macchine non

si riesce ad evitare che una frazione di vetro trasparente finisca comunque classificata all'interno della frazione non trasparente.

Come "rottame di vetro pronto al forno" tipicamente si intende la frazione del rottame di vetro che viene classificata come trasparente da tali macchine ottiche, e quindi composta esclusivamente da vetro. Ai fini della presente invenzione, come "frazione di scarto del rottame di vetro" si intende invece la frazione del rottame di vetro che viene classificata come non trasparente dalle macchine ottiche. Indicativamente, tale frazione di scarto del rottame di vetro ha mediamente la seguente composizione: vetro 92-95%, plastica e carta 1,0-1,5%, materiale ferroso 0,1%max, materiale non ferroso 0,1%max, ceramica e sassi 3-5%.

Il procedimento secondo l'invenzione permette di produrre sabbia artificiale per l'industria ceramica e vetraria a partire dalla frazione di scarto del rottame di vetro risultante dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani.

Tale procedimento comprende essenzialmente una fase di lavaggio con acqua, una fase di macinazione ed una fase di vagliatura. Per ottenere le due nuove materie prime sopra accennate, cioè la Glassy

Sand e la Ceramic Sand, vi è un'ulteriore classificazione del materiale prodotto nella fase di macinazione.

Il lavaggio con acqua, che è una delle chiavi del processo perché conferisce una delle caratteristiche essenziali della Glassy Sand e della Ceramic Sand, cioè la riduzione delle sostanze organiche presenti, può essere effettuato su tutto il rottame proveniente dalla raccolta differenziata, previa preselezione per allontanare i materiali da imballaggio di altra natura (carta, plastica, alluminio, banda stagnata, ecc.) eventualmente presenti, oppure unicamente sul materiale scartato dall'impianto primario.

Rispetto alla seconda soluzione, la prima soluzione permette di ottenere i seguenti importanti vantaggi:

- l'asportazione delle sostanze organiche, grazie alla più alta superficie specifica del materiale sottoposto al lavaggio (pezzatura molto maggiore), può essere realizzata con un rapporto acqua/materiale sensibilmente inferiore (4/1 invece di 10/1),
- l'ottenimento, a valle del lavaggio, di vetro in pezzatura (superiore a 10mm) molto più traspa-

rente di quello grezzo, consente di ridurre, a parità di sensibilità applicata alle macchine ottiche per la selezione e lo scarto dei corpi opachi, l'entità del materiale vetroso scartato (minore presenza di vetro che si comporta come materiale opaco per la presenza di etichette), e di ottimizzare conseguentemente il carico di materiale da avviare all'impianto di macinazione e selezione per il ricupero delle due nuove materie prime,

- il disporre di un vetro in grossa pezzatura (superiore a 10mm) trasparente e completamente liberato dalla presenza di corpi opachi consente di realizzare, in maniera molto efficiente, la separazione dei colori vetro presenti nel materiale proveniente dalla raccolta differenziata. Infatti, poiché in alcuni Paesi, come l'Italia, è disponibile soltanto vetro "pronto al forno" costituito dalla miscela di tutti i colori (vetro misto), è possibile utilizzarlo solo per la produzione di vetro verde ed, in piccola misura, per quello ambra, e ciò riduce moltissimo la potenzialità del riciclo,
- questo lavaggio può essere realizzato sia con acqua fredda che con acqua calda. L'operare con acqua calda, ove esiste la possibilità di fruire di fonti di calore recuperabile, oltre a consentire

ulteriori significative riduzioni del rapporto acqua/rottame a parità di contenuto in sostanze organiche del materiale lavato o, in alternativa, importanti miglioramenti della qualità del materiale lavato a parità del suddetto rapporto, offre il non trascurabile vantaggio di avere in ciclo acqua ad un livello di temperatura, sia in estate che in inverno, ideale per favorire trasformazioni biologiche nel materiale organico che può essere così utilizzato come fertilizzante in agricoltura.

La macinazione del materiale di scarto proveniente dalle fasi primarie del trattamento del vetro proveniente dalla raccolta differenziata, anch'essa essenziale per le finalità del processo secondo l'invenzione, può essere realizzata sia ad umido che a secco utilizzando, nel primo caso, mulini convenzionali a ciottoli e, nel secondo, cilindraie ad alta compressione delle dimensioni opportune.

A seconda del tipo di mulino che si intende utilizzare, le fasi del processo a valle sono convenientemente adattate.

Nel primo caso, l'acqua di lavaggio viene separata dopo la macinazione e la classificazione idraulica che porta alla produzione della Glassy

Sand e della Ceramic Sand.

Nel secondo, lo scarto lavato viene invece essiccato utilizzando correnti di calore di recupero eventualmente disponibili oppure, quando l'impianto è di grandi dimensioni (produzioni di rottame "pronto al forno", di Glassy Sand e di Ceramic Sand dell'ordine complessivo di 300.000 ton/anno), le materie plastiche presenti negli scarti stessi possono essere utilizzate per produrre un "gasolio" (secondo un procedimento noto sviluppato da Kouei Industries) molto simile a quello ottenuto dal grezzo di petrolio naturale, che in piccola parte può essere impiegato per produrre il calore necessario per l'essiccamento.

Entrambe le soluzioni possono essere adottate sia quando il lavaggio viene effettuato su tutto il rottame proveniente dalla raccolta differenziata sia nel caso in cui esso viene applicato solamente agli scarti provenienti dagli impianti primari per la produzione di rottame misto "pronto al forno".

Va detto che la macinazione a secco viene effettuata con macchine (cilindrate ad alta compressione) caratterizzate da un'elevata efficienza e da un basso consumo di energia che consentono, rispetto alla macinazione ad umido, un risparmio di ener-

gia elettrica superiore al consumo di quella termica necessaria per essiccare gli scarti lavati, ed è pertanto conveniente anche nel caso in cui non siano disponibili né correnti di calore recuperabile né la possibilità di ottenere, per degradazione termica controllata in assenza di aria, "gasolio" dalle materie plastiche presenti nel materiale da sottoporre al trattamento.

Come accennato in precedenza, le due nuove materie prime (Glassy Sand e Ceramic Sand) si ottengono a partire dal materiale macinato, nel quale deve essere garantita (a meno di frazioni trascurabili) l'assenza di particelle di diametro superiore ad 1,2mm, per mezzo di un taglio granulometrico che consenta di ottenere, da un canto, una frazione con diametro compreso fra 0,08 e 1,2mm (Glassy Sand) e, dall'altro, una polvere vetrosa contenente tutto il materiale con diametro inferiore a 0,08mm (Ceramic Sand).

Questa separazione può essere effettuata utilizzando tecnologie diverse a seconda che il materiale provenga dalla macinazione ad umido o da quella a secco.

In ogni caso la classificazione deve dapprima separare, in modo quantitativo, tutto il materiale

con pezzatura superiore ad 1,2mm che viene riciclato alla macinazione.

Questa operazione viene preferibilmente effettuata, in entrambi i casi, utilizzando reti metalliche aventi una luce di passaggio di dimensioni opportune.

Il materiale di diametro inferiore ad 1,2mm proveniente dalla macinazione ad umido viene separato nelle due frazioni volute per mezzo di un processo di classificazione idraulica mentre quello proveniente dalla macinazione a secco viene avviato ad un separatore a vento che ottiene lo stesso risultato sfruttando il principio che, operando in opportune condizioni, il prodotto più fine viene asportato dall'aria mentre quello più grossolano (maggiore di 0,08mm) cade sul fondo dell'apparecchio.

Nel seguito, a puro scopo esemplificativo ma non limitativo, vengono riportati due schemi di flusso, illustrati nelle figure 1 e 2, che si riferiscono ai due assetti del processo già sperimentati che hanno consentito di ottenere le due nuove materie prime.

Queste, impiegate in prove di lunga durata nei due succitati settori industriali (la Glassy Sand

nel settore del vetro cavo e la Ceramic Sand in quello della ceramica), hanno dato risultati sorprendentemente positivi.

Nella figura 1 è illustrato uno schema di flusso che si riferisce al caso in cui l'impianto primario per la produzione di rottame "pronto al forno" opera con il vetro proveniente dalla raccolta differenziata tal quale, cioè in assenza del lavaggio.

In tale schema di flusso, con 10, 20 e 30 sono indicate rispettivamente le fasi di lavaggio con acqua, macinazione e vagliatura. Con 40 è indicata una fase di depurazione delle acque di lavaggio.

Il lavaggio 10 viene effettuato sul materiale prevalentemente vetroso scartato dall'impianto primario, che viene successivamente trattato per ottenere la Glassy Sand e la Ceramic Sand.

Il processo illustrato consente di ridurre a livelli del tutto marginali (2% massimo) il materiale non riciclabile. Infatti, tipicamente il 70% circa del rottame di vetro proveniente dalla raccolta differenziata esce dall'impianto sotto forma di rottame in pezzatura "pronto al forno". Il restante 30%, ossia la frazione di scarto, viene utilizzato secondo l'invenzione per produrre Glassy

Sand e Ceramic Sand. Da questa frazione di scarto si ottiene il 21% circa sotto forma di Glassy Sand ed il 7% circa sotto forma di Ceramic Sand (tali percentuali sono percentuali in peso riferite alla quantità totale di rottame di vetro proveniente dalla raccolta differenziata).

L'acqua impiegata, in rapporto 10/1 rispetto al materiale vetroso, accompagna il materiale nel lavaggio 10, nella macinazione 20 in un mulino a ciottoli e nella classificazione idraulica 30.

Come sopra accennato, il processo è dotato di una sezione 40 per la depurazione delle acque. Queste vengono dapprima avviate ad una fase di decantazione chimico-fisica durante la quale viene separata una piccola quantità (1% circa rispetto all'alimentazione) di vetro finissimo (brick sand), impuro per la presenza di sostanze organiche, che può essere utilizzato sia dall'industria dei laterizi sia da quella del cemento, e poi ad una fase di trattamento biologico che determina la produzione di una sospensione di materiale organico (0.7% del materiale alimentato) che può essere utilizzato come fertilizzante.

L'acqua uscente dall'impianto di depurazione viene totalmente riciclata al lavaggio 10 previo il

reintegro delle piccole quantità perse (per evaporazione e come umidità residua delle due nuove materie prime e dei sottoprodotti).

In condizioni di regime, il tenore in sostanze organiche totali dell'acqua in entrata all'impianto di lavaggio espresso come COD (Chemical Oxygen Demand, misurato in mg/l secondo il metodo ufficiale IRSA-CNR numero 5130) è inferiore a 300, mentre quello in uscita avrà valori di COD tanto più alti di quelli in entrata in funzione del COD del materiale vetroso sottoposto al lavaggio. Il che permette di ottenere Glassy Sand con COD di 300 circa, valore sufficiente per controllare le reazioni di ossido riduzione nel forno fusorio per la preparazione del vetro.

La Glassy Sand ha la composizione chimica media del vetro per la produzione di contenitori pur avendo una curva granulometrica perfettamente sovrapponibile con quella delle sabbie silicee. Essa inoltre presenta un tenore in sostanze organiche totali basso e tale da consentire, come già è stato detto, un agevole controllo delle reazioni di ossidoriduzione che, giova ripeterlo, sono molto più attive operando con rottame fine che non con il rottame più grossolano.

Queste caratteristiche consentono di ottenere i vantaggi già elencati in precedenza, ed inoltre di produrre vetri esenti da infusi di ceramica e di altre sostanze non fusibili ed aventi livelli di omogeneità chimica molto più elevati di quelli che si ottengono in assenza di Glassy Sand.

Tutti questi vantaggi non solo concorrono ad aumentare le produzioni specifiche (ton/m²) dei forni fusori, ma aprono la strada per la riduzione del peso dei contenitori di vetro a parità di resistenza meccanica.

Anche la Ceramic Sand ha la composizione chimica media del vetro per la produzione dei contenitori. Il maggiore beneficio del suo impiego nell'industria ceramica è dovuto al fatto che apporta ossidi alcalini (Na₂O e K₂O) a costi sensibilmente inferiori rispetto a quelli dei minerali naturali impiegati nelle miscele ceramiche per la stessa finalità.

Nella figura 2 è illustrato uno schema di flusso che si riferisce al caso in cui il lavaggio di tutto il vetro viene effettuato a monte dell'impianto primario per la produzione di rottame "pronto al forno".

In tale schema di flusso, con 10', 20' e 30'

sono indicate rispettivamente le fasi di lavaggio con acqua, macinazione e vagliatura. Con 40' è indicata una fase di depurazione delle acque di lavaggio.

Dal momento che il lavaggio 10' viene effettuato a monte della separazione 50' del rottame "pronto al forno" dalla frazione di scarto, il processo può prevedere apparecchiature elettroniche per la separazione 51' dei vetri dei vari colori.

Il materiale di scarto prevalentemente vetroso viene dapprima essiccato, quindi macinato a secco (fase 20') con cilindraie ad alta compressione, poi vagliato (fase 30') per separare il materiale con pezzatura superiore ad 1,2mm, ed infine inviato ad un separatore a vento (fase 60') che produce le due nuove materie prima (Glassy Sand e Ceramic Sand).

Lo schema di flusso della figura 2 mette in evidenza, oltre ai vantaggi già esposti nel commento dello schema di flusso della figura 1, i seguenti ulteriori benefici:

- la produzione del rottame "pronto al forno" rappresenta, anche in questo caso, il 70% circa rispetto al vetro proveniente dalla raccolta differenziata alimentato, ma è ripartita in tre colori (verde, $\frac{1}{2}$ bianco ed ambra). Questo fatto apporta

notevoli vantaggi all'industria del vetro cavo che oggi, avendo a disposizione soltanto il rottame di colore misto, lo può utilizzare unicamente per la produzione del vetro verde ed, in una misura molto ridotta, dell'ambra. La possibilità di disporre di tutti e tre i colori fondamentali permetterà, dunque, di aumentare le percentuali di impiego e di ottenere riduzioni maggiori sia dei consumi di energia che delle emissioni di gas serra (minori perdite al fuoco delle miscele infornate e minore consumo specifico di energia),

- il tenore in materiali non fusibili è risultato su tutti e tre i colori, nei numerosi controlli effettuati, inferiore a 5 parti per milione, quindi 10 volte meno della media del rottame misto "pronto al forno" attualmente impiegato,

- le quantità delle produzioni delle due nuove materie prime (Glassy Sand e Ceramic Sand) sono molto simili a quelle che si ottengono operando secondo lo schema della figura 1. Va precisato, a questo proposito, che la Glassy Sand potrà essere impiegata solamente nelle miscele per la produzione di vetro verde ed ambra in quanto tutti gli scarti dell'impianto primario che alimentano la sezione di recupero vengono effettuati a monte della separa-

zione per colore,

- il lavaggio del vetro, eseguito sul rottame grossolano, richiede un rapporto acqua/vetro inferiore (4/1) in quanto la superficie da trattare è sensibilmente inferiore. La portata d'acqua necessaria, malgrado il quantitativo notevolmente superiore di vetro da sottoporre al lavaggio (3 - 4 volte), risulta più o meno la stessa,

- l'impianto di depurazione delle acque di lavaggio è dotato delle stesse fasi già descritte nel commento dello schema di flusso della figura 1. Le acque che lo alimentano, che non sono state in contatto con il materiale macinato, contengono però una quantità di vetro fine sensibilmente più basso (0,2 - 0,3% del materiale alimentato). Il loro contenuto in sostanze organiche è però più elevato poiché la stessa quantità di acqua è stata in contatto con una quantità di vetro 3 - 4 volte superiore. Questa differenza determina necessariamente una maggiore produzione di sospensione di sostanze organiche da impiegare come fertilizzanti (1.4% dell'alimentazione),

- le caratteristiche sorprendentemente positive delle due nuove materie prime, ed in particolare della Glassy Sand, sono molto simili a quelle già

scritte nel commento allo schema di flusso della figura 1, e di conseguenza i vantaggi legati al loro impiego sono i medesimi.

Nella tabella 1 seguente sono riportati gli intervalli delle caratteristiche granulometriche, chimiche (composizioni in ossidi inorganici) e del contenuto in sostanze organiche delle due nuove materie prime oggetto della presente invenzione.

Tabella 1

Caratteristiche	Glassy Sand	Ceramic Sand
Caratteristiche granulometriche		
< 0,08mm %	5 max	95 min
0,08 < # < 1,20mm %	95 min	5 max
> 1,20mm %	0	0
Altri %		
Contenuto in sostanze organiche		
COD solubile in H ₂ O	50 - 250	N.D.

Esempio 1

In un impianto avente una capacità produttiva di 35 ton/ora, caratterizzato dalle seguenti fasi di lavorazione:

- Lavaggio con acqua,
- Macinazione ad umido,

- Vagliatura ad umido per separare il materiale grossolano da riciclare al mulino,
- Classificazione idraulica del prodotto fine ottenuto,

- Trattamento delle acque di lavaggio,
è stata effettuata una prova della durata di 24 ore alimentando 840 ton di un materiale di scarto proveniente da un impianto primario per la produzione di rottame "pronto al forno" avente le caratteristiche medie seguenti:

- Pezzatura del materiale: < 50mm
- Contenuto in materiale non fusibile (ceramica): 3%
- Contenuto in sostanze organiche totali (COD): 1000

La portata dell'acqua di lavaggio, utilizzata anche per il trasporto del materiale macinato alle successive fasi di vagliatura ad umido e di classificazione idraulica è stata di 350 m³/ora (rapporto acqua/materiale = 10) alla temperatura media di 12°C.

Il tenore in sostanze organiche dell'acqua di lavaggio in entrata espresso come COD era di 200 mentre e quello in uscita di 600.

Sono state ottenute:

- 590 ton (70,25% dell'alimentato) di Glassy Sand, per il 100% nell'intervallo granulometrico previsto (0,08 - 1,0mm), caratterizzata da un contenuto in sostanze organiche totali corrispondenti ad un valore di COD di 100,
- 235 ton (28,00% dell'alimentato) di Ceramic Sand, per il 100% inferiore a 0,08mm,
- 13 ton (1,50%) di un materiale prevalentemente inorganico, decantato nella prima fase del trattamento di depurazione delle acque di lavaggio, costituito da polvere di vetro finissima e da sostanze organiche,
- 2 ton (0,25%) di una sospensione acquosa di sostanze organiche ottenute nella sezione biologica del ciclo di trattamento delle acque di lavaggio.

I materiali raccolti sono stati così utilizzati:

1. Tutta la Glassy Sand è stata impiegata, in ragione del 20% del vetro cavato in sostituzione alle materie prime, in un forno per la produzione di vetro cavo operante a 250 ton/giorno in una prova che ha avuto la durata di 12 giorni circa. Le osservazioni sulla qualità del vetro prodotto, registrate dal 6° al 12° giorno, dopo aver effettuato un numero sufficiente di ricambi del vetro presente nel

bacino, hanno evidenziato:

- un sorprendente miglioramento della omogeneità chimica e del colore.
- Al contrario, non essendo stata variata né la quantità né la qualità del rottame "pronto al forno" non si sono osservate variazioni significative del numero di infusi per tonnellata di vetro cavato. Ciò, unitamente ad un aumento del tenore in Al_2O_3 del vetro cavato (0,20%) apportato dalla ceramica disciolta, costituisce la palese conferma che la ceramica presente nel materiale di scarto (3%) portato ad una pezzatura inferiore ad 1,2mm passa totalmente in soluzione durante l'elaborazione del vetro.
- Le schiume sul bagno di vetro nel forno che, a parità di sostanze organiche contenute nel rottame, sono tanto più intense quanto più elevata è la superficie specifica del rottame stesso, non hanno subito variazioni rilevabili con l'osservazione ad occhio nudo.
- Si sono avuti inoltre i benefici attesi a livello sia di riduzione del consumo specifico di energia sia di riduzione delle emissioni di gas serra.

2. Tutta la Ceramic Sand è stata utilizzata come

apportatore di alcali nella produzione di vari tipi di ceramica. Anche in questo caso sono stati ottenuti tutti i benefici attesi.

3. Prove orientative dell'applicazione nei cementifici e nel settore dei laterizi della sospensione di materiale prevalentemente inorganico (13 ton) separato dalle acque di lavaggio sono in corso nei laboratori della Richiedente con risultati positivi e molto promettenti.

Esempio 2

Utilizzando lo stesso impianto e lo stesso materiale di scarto già descritti nell'esempio 1, è stata eseguita una seconda prova alla stessa potenzialità (35 ton/ora) e della stessa durata effettiva utilizzando acqua di lavaggio previamente riscaldata alla temperatura di 40°C e raffreddata a 20°C a monte dei trattamenti di depurazione.

La portata dell'acqua di lavaggio, utilizzata anche per il trasporto del materiale macinato alle successive fasi di vagliatura ad umido e di classificazione idraulica è stata ridotta da 350 m³/ora (rapporto acqua/materiale = 10) a 250 m³/ora (rapporto acqua/materiale = 7).

Preme precisare che un'ulteriore riduzione della portata dell'acqua di lavaggio non è stata pos-

sibile in quanto un'aliquota importante di questa esercita la funzione di veicolo di trasporto del materiale sia a monte che a valle della macinazione.

Il tenore in sostanze organiche totali dell'acqua di lavaggio in entrata espresso come COD era di 200 mentre e quello in uscita di 800.

Il risultato, in termini di quantità delle varie frazioni, è stato del tutto sovrapponibile con quello già esposto nell'esempio 1.

Nella prova applicativa della Glassy Sand, effettuata nelle stesse condizioni già illustrate a proposito dell'esempio 1, sono però emersi i seguenti vantaggi, oltre a quello più sopra segnalato della riduzione del rapporto acqua/materiale:

- Riduzione del tenore in sostanze organiche totali della Glassy Sand espresso come COD da 100 a 50.
- Riduzione delle schiume sulla superficie del bagno durante la fusione del vetro.
- Miglioramento dell'affinaggio del vetro (riduzione del numero di bollicine per unità di peso).
- Leggero miglioramento del consumo specifico di energia del forno a parità di tutte le altre condizioni.

- Aumento del tenore in Al_2O_3 del vetro della stessa entità già osservata nell'esempio 1 (0,2%).

Esempio 3

In un impianto caratterizzato dalle seguenti sezioni:

- Lavaggio con acqua di tutto il rottame proveniente dalla raccolta differenziata,
 - Essiccamento del materiale lavato,
 - Selezione e scarto dei materiali opachi non fusibili adottando elevati livelli di sensibilità delle macchine elettroniche,
 - Separazione dal vetro misto dei tre colori fondamentali: Verde, $\frac{1}{2}$ Bianco e Ambra,
 - Macinazione di tutto il materiale di scarto a secco con cilindraia ad alta compressione,
 - Vagliatura a secco per separare il materiale grossolano da riciclare alla cilindraia,
 - Classificazione nel separatore a vento del materiale fine ottenuto,
 - Trattamento delle acque di lavaggio,
- sono state trattate 1000 tonnellate circa di rottame misto preventivamente liberato da tutti i materiali da imballo (carta, plastica, alluminio, banda stagnata ecc.).

Va detto che le fasi:

- Lavaggio di tutto il rottame,
- Selezione e scarto dei materiali opachi non fusibili adottando elevati livelli di sensibilità delle macchine elettroniche,
- Separazione dal vetro misto dei tre colori fondamentali: Verde, $\frac{1}{2}$ Bianco e Ambra,
sono state eseguite con apparecchiature aventi una capacità produttiva di 5 ton/ora circa, mentre le fasi di:
 - Essiccamento degli scarti preventivamente lavati,
 - Macinazione di tutto il materiale di scarto a secco con cilindraia ad alta compressione,
 - Vagliatura a secco per separare il materiale grossolano da riciclare alla cilindraia,
 - Classificazione nel separatore a vento del materiale fine ottenuto,
 - Trattamento delle acque di lavaggio,sono state eseguite ad una potenzialità di 20 ton/ora.

Ne consegue che, dapprima e per 200 ore circa, sono state effettuate le lavorazioni del rottame proveniente dalla raccolta ecologica differenziata e, successivamente e per 15 ore circa, quelle relative al trattamento degli scarti accumulati nel pe-

riodo precedente.

La portata dell'acqua di lavaggio, che in questo caso non esercita alcuna funzione di trasporto, è stata fissata in 20m³/ora (rapporto acqua/materiale = 4) alla temperatura media di 40°C e raffreddata a 20°C a monte dei trattamenti di depurazione.

Il tenore in sostanze organiche totali dell'acqua in entrata al lavaggio espresso come COD era di 200 mentre e quello in uscita di 900.

Sono state ottenute:

- 700 ton (70,00% del materiale lavorato) di rottame lavato pronto al forno costituito da:

453 ton di vetro verde,

141 ton di vetro $\frac{1}{2}$ bianco e

106 ton di vetro ambra.

Su tutti e tre tipi di rottame è stato determinato un tenore di materiali opachi non fusibili inferiore alle 5 parti per milione e, quindi, 10 volte più basso del valore medio determinato sul rottame misto.

- 210 ton (21,00% del materiale lavorato) di Glassy Sand di vetro misto, per il 100% nell'intervallo granulometrico previsto (0,08 - 1,0mm), caratterizzata da un contenuto in sostanze

organiche totali corrispondenti ad un valore di COD inferiore a 50.

- 84 ton (8,40% del materiale lavorato) di Ceramic Sand, per il 100% inferiore a 0,08mm.

- 5 ton (0,50%) di un materiale prevalentemente inorganico, decantato nella prima fase del trattamento di depurazione delle acque di lavaggio, costituito dalla polvere di vetro finissima e da sostanze organiche.

- 1 ton (0,10%) di una sospensione acquosa di sostanze organiche ottenute nella sezione biologica del ciclo di trattamento delle acque di lavaggio.

I materiali raccolti sono stati così utilizzati:

1. Tutto il rottame "pronto al forno" lavato di colore verde è stato impiegato, in ragione del 40% del cavato, in sostituzione del misto, nella miscela alimentata allo stesso forno industriale già utilizzato per le prove applicative della Glassy Sand ottenuta nelle condizioni degli esempi 1 e 2 (potenzialità 250 ton/giorno).

2. Tutta la Glassy Sand è stata impiegata in ragione del 20% del vetro cavato in sostituzione di una corrispondente aliquota di rottame misto. La durata della prova, limitata dalle disponibilità di

rottame "pronto al forno" di colore verde e di Glassy Sand, è stata di 4,5 giorni (circa 110 ore), tempo sufficiente per effettuare 5 ricambi di tutto il vetro presente nel bacino di fusione, e quindi per valutare in termini oggettivi i vantaggi derivanti dall'impiego della nuova materia prima e del rottame "pronto al forno" di colore verde caratterizzato da un tenore di sostanze non fusibili 10 volte più basso del misto oggi normalmente impiegato (5 contro 50 parti per milione). Le osservazioni della qualità del vetro prodotto registrate dal 3° giorno in avanti (dopo 3 ricambi del vetro presente nel bacino) hanno evidenziato i seguenti sorprendenti miglioramenti:

- Del numero di infusi per tonnellata di vetro, che è diminuito da 25 a 2 per poi riportarsi lentamente verso il valore iniziale a prova conclusa, quando è stata alimentata nuovamente la miscela iniziale.
- Della omogeneità chimica e del colore.
- Della formazione di schiume sulla superficie del bagno che, malgrado la presenza di Glassy Sand con pezzatura compresa fra 0,08 e 1,2mm in ragione del 20% rispetto al vetro cavato, sono quasi del tutto scomparse.

- Della qualità del vetro (minor numero di bollicine per unità di peso).

- Della qualità delle bottiglie (aumento della resistenza a tutte le sollecitazioni termiche e meccaniche) causate dal trascurabile numero di infusi e dalla maggiore omogeneità chimica.

Si sono avuti, inoltre, i benefici attesi a livello sia di riduzione del consumo specifico di energia sia di riduzione delle emissioni di gas serra.

3. Tutta la Ceramic Sand è stata utilizzata come apportatore di alcali nella produzione di vari tipi di ceramica.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di sabbia artificiale per l'industria vetraria e ceramica a partire da una frazione di scarto del rottame di vetro risultante dalla raccolta differenziata del vetro, in cui detta frazione di scarto è separata dal rottame di vetro mediante separazione automatizzata (50') basata su proprietà di trasparenza ottica, detto procedimento comprendendo le fasi di:

- sottoporre a lavaggio con acqua (10'; 10) uno di detti rottame di vetro e frazione di scarto del rottame di vetro, rispettivamente a monte od a valle di detta separazione automatizzata basata su proprietà di trasparenza ottica,
- sottoporre a macinazione (20'; 20) detta frazione di scarto del rottame di vetro così lavata, in modo tale da ottenere un prodotto macinato, e
- sottoporre a vagliatura (30'; 30) detto prodotto macinato, in modo tale da separare una frazione fine del prodotto macinato avente una granulometria inferiore a 1,2mm,

detta sabbia artificiale essendo costituita da detta frazione fine del prodotto macinato.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui in detta fase di lavaggio con acqua si produce

acqua di rifiuto, detta acqua di rifiuto essendo sottoposta a depurazione (40'; 40) ed almeno in parte riutilizzata in detta fase di lavaggio con acqua.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, in cui in detta fase di depurazione si separa, da detta acqua di rifiuto, materiale prevalentemente inorganico utilizzabile come additivo nell'industria del cemento e dei laterizi.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui in detta fase di depurazione si separa, da detta acqua di rifiuto, una sospensione acquosa contenente sostanze organiche utilizzabile come fertilizzante in agricoltura.

5. Procedimento secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui in detta fase di vagliatura si ottiene una frazione grossolana del prodotto macinato avente una granulometria superiore a 1,2mm, detta frazione grossolana essendo nuovamente sottoposta a detta fase di macinazione.

6. Procedimento secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detta fase di lavaggio (10) è effettuata a valle di detta separazione automatizzata basata su proprietà di trasparenza ottica, e dette fasi di macinazione (20) e vagliatura (30)

sono effettuate ad umido.

7. Procedimento secondo una delle rivendicazioni 1 a 5, in cui detta fase di macinazione (20'; 20) è effettuata a secco con cilindraia ad elevata compressione, previo essiccamento di detta frazione di scarto del rottame di vetro lavata.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 7, in cui detta fase di lavaggio (10') è effettuata a monte di detta separazione automatizzata (50') basata su proprietà di trasparenza ottica, detto procedimento comprendendo inoltre una fase di separazione (51') atta a separare, sulla base dei tre colori fondamentali verde, $\frac{1}{2}$ bianco e ambra, rottame di vetro pronto al forno ottenuto dalla separazione automatizzata (50') basata su proprietà di trasparenza ottica.

9. Sabbia artificiale per l'industria vetraria e ceramica, caratterizzata dal fatto di essere prodotta mediante trattamento di una frazione di scarto del rottame di vetro risultante dalla raccolta differenziata del vetro, in cui detta frazione di scarto è separata dal rottame di vetro mediante separazione automatizzata basata su proprietà di trasparenza ottica, detto trattamento comprendendo le fasi di:

- sottoporre a lavaggio con acqua uno di detti rottame di vetro e frazione di scarto del rottame di vetro, rispettivamente a monte od a valle di detta separazione automatizzata basata su proprietà di trasparenza ottica,

- sottoporre a macinazione detta frazione di scarto del rottame di vetro così lavata, in modo tale da ottenere un prodotto macinato, e

- sottoporre a vagliatura detto prodotto macinato, in modo tale da separare una frazione fine del prodotto macinato avente una granulometria inferiore a 1,2mm,

detta sabbia artificiale essendo costituita da detta frazione fine del prodotto macinato.

10. Uso di una sabbia secondo la rivendicazione 9 per la fabbricazione di articoli di vetro cavo, in cui detta sabbia ha una granulometria compresa fra 0,08mm e 1,20mm.

11. Uso di una sabbia secondo la rivendicazione 9 per la fabbricazione di articoli ceramici, in cui detta sabbia ha una granulometria inferiore a 0,08mm.

PER INCARICO

FRANCESCO SERRA
(Iscri. No. 905M)



FIG.1

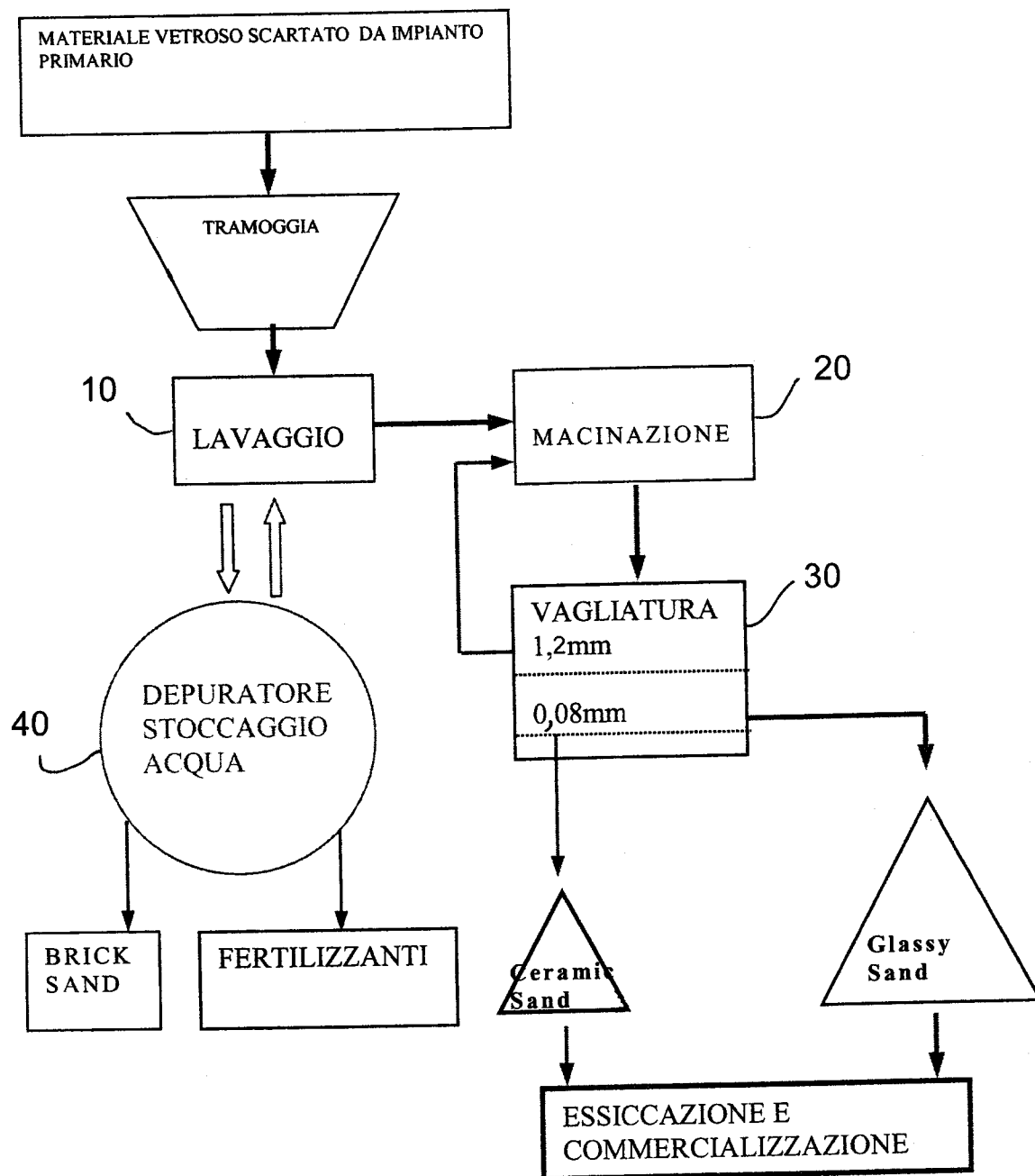


FIG.2

