

Tecnologie di Recupero e Riciclo dei Materiali

Alberto Simboli

Produzione e Recupero-Riciclo

- IL VETRO -

Storia del vetro



- VETRO NATURALE: ossidiana, conosciuta ed usata sin dai tempi preistorici.
- INIZIO PRODUZIONE: La più antica manifattura, che sorse nell'Asia occidentale, forse nella **Mesopotamia**, risale all'età del Bronzo, intorno alla metà del terzo millennio a.C.. I primi recipienti di vetro, provenienti da quest'area, risalgono ai secoli XVI e XV a.C., e sono prevalentemente di vasi a beccuccio.
- I reperti rinvenuti in **EGITTO**, portano il cartiglio del faraone Thutmose III della XVIII dinastia. In quel periodo gli egiziani condussero alcune vittoriose spedizioni in Siria, Mesopotamia e Palestina e probabilmente appresero la tecnica di produzione del vetro da esperti vetrai fatti prigionieri.
- Plinio il Vecchio, **I SEC. D.C.**, narra che alcuni mercanti, tornando dalla Siria con un carico salnitro (carbonato di soda) si fermarono a riposare sulle rive del fiume Belo. Non avendo pietre a disposizione per costruire un fornello per la preparazione delle vivande, presero alcuni blocchi di salnitro e vi accesero sotto il fuoco. Quando il fuoco si spense i mercanti videro con stupore che al posto della sabbia del fiume e del carbonato di soda vi era una nuova materia lucente e trasparente.
- Furono i **FENICI** a diffondere il vetro tra le altre popolazioni.

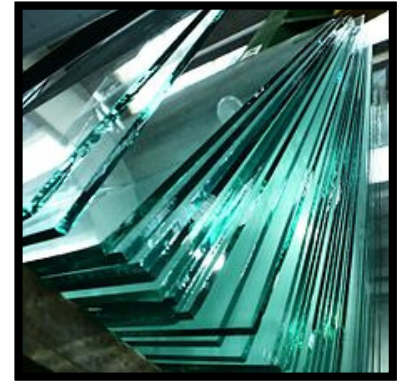
Storia del vetro

- Nel **II SEC. A.C.** il vetro fu introdotto in Italia e i Romani divennero rapidamente maestri nell'arte di soffiare il vetro. Questa tecnica permise la diffusione degli oggetti di vetro.
- Durante **L'IMPERO ROMANO** gli oggetti di vetro si diffusero, soprattutto bottiglie e vasi. I reperti storici dimostrano che i Romani furono i primi a raccogliere e riciclare il vetro. Oggetti di vetro risalenti al VII e VIII sec. sono stati rinvenuti nell'isola di Torcello presso Venezia.
- Nel **MEDIO EVO** la produzione di vetro si diffuse in Europa (Francia, Germania, Spagna e Inghilterra) dove la soda fu sostituita con la potassa ottenuta dalla cenere di legno. Nell'XI sec. Fu introdotta una nuova tecnica con la quale le sfere ottenute per soffiatura venivano stirate in cilindri. Questi, ancora caldi, venivano tagliati e appiattiti in fogli.
- Questa tecnica fu perfezionata nel **XII SEC.** a Venezia che nel XV sec. divenne il centro della produzione vetraria. Questa supremazia finì nel XVII sec.
- Nel **XIX SEC.** la produzione del vetro assunse in carattere di produzione industriale.

1.

PROCESSO DI PRODUZIONE DEL VETRO

Ciclo di produzione del vetro



1.Preparazione e miscelazione delle materie prime



2.Fusione ed affinamento



3.Formatura dei prodotti finiti



4.Ricottura



5.Scelta e confezionamento

1.PREPARAZIONE DELLE MATERIE PRIME

Le materie prime, frantumate e macinate, vengono miscelate in proporzioni diverse in relazione al tipo di vetro da produrre, ed omogeneizzate in mulini a sfere.

Le materie prime per la produzione vetraria sono:

- a) **VETRIFICANTI:** silice, anidride borica, anidride fosforica, feldspati e caolini; conferiscono le proprietà vetrose;
- b) **FONDENTI:** carbonati di sodio e potassio, solfato di sodio e potassio; abbassano la temperatura di fusione facilitando la lavorazione;
- c) **STABILIZZANTI:** carbonati di calcio e bario, ossidi di piombo, zinco ed alluminio; migliorano la stabilità del vetro rispetto agli agenti atmosferici;
- d) **AFFINANTI**, opacizzanti e coloranti: conferiscono proprietà particolari.
- e) **MATERIA PRIMA SECONDARIA**, detta “pronta al forno” ottenuta dalla attività di recupero e riciclo.

2.FUSIONE ED AFFINAMENTO

1. La **pasta vetrosa e il rottame di vetro sono inseriti nel forno fusorio**, dove avviene la:
 - fusione dei componenti più basso-fondenti
 - reazioni chimiche tra gli elementi della miscela
 - dissoluzione delle particelle solide
1. Nella fase di fusione **i componenti la miscela reagiscono tra loro formando silicati doppi** di Na e Ca e CO₂ (a 700-900 °C). A circa 1400 °C la massa si trasforma in un liquido.
2. In relazione alle caratteristiche del prodotto, si impiegano forni:
 - **a crogioli** per la produzione di vetri speciali;
 - **a vasca** per vetri aventi medie potenzialità; consente, con la suddivisione della vasca a scomparti, di poter produrre contemporaneamente diverse qualità di vetro;
 - **a bacino** per vetro di grandi potenzialità;
3. La fase successiva è l' **affinamento che ha lo scopo di liberare la massa fusa dalle inclusioni gassose** che abbassano la qualità del vetro. In questa fase vengono rimosse le impurità non vetrificabili (scorie) che galleggiano sulla superficie.
4. La **massa liquida viene progressivamente raffreddata** in modo di raggiungere la viscosità necessaria per la formatura dei prodotti finali.

3.FORMATURA DEI PRODOTTI FINITI

In relazione alla tipologia di manufatto da produrre, può avvenire per:

-SOFFIAGGIO: per la produzione di oggetti cavi, quali i contenitori. Può essere effettuata a mano per oggetti artigianali ed ornamentali, o automaticamente;

-STAMPAGGIO: per la produzione di oggetti pieni, in cui la massa fluida dosata viene introdotta in uno stampo, e quindi compressa o soffiata, in modo da conferirgli la forma desiderata;

-COLATA: la massa fluida viene colata all'interno di stampi di cui ne assume la forma;

- **LAMINAZIONE:** per la fabbricazione di lastre in cui la massa liquida passa attraverso coppie successive di rulli in modo da ottenere lo spessore desiderato.

4. RICOTTURA E FINITURA

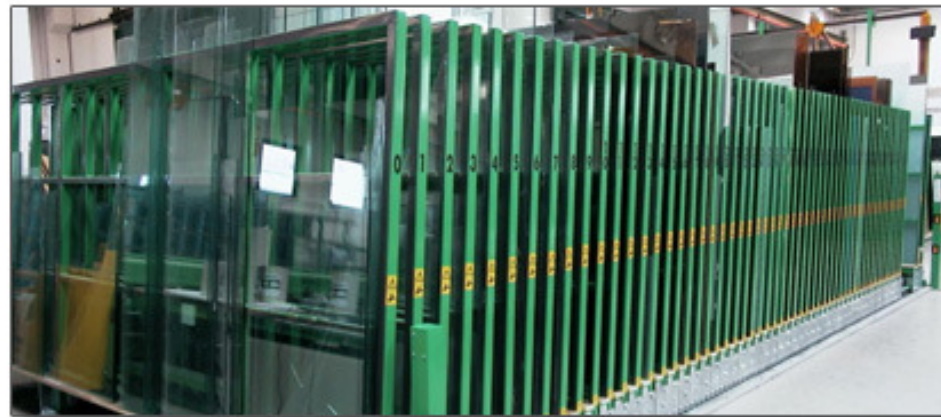
- Il vetro lavorato o semilavorato viene introdotto in "forni di ricottura" dove viene riscaldato ad una temperatura di circa 480-550 °C, allo scopo di eliminare le tensioni interne che si formano a causa del raffreddamento veloce degli strati superficiali.
- Segue un raffreddamento lento e trattamenti di finitura lucidatura con moli abrasive orizzontali di smeriglio o carborundum e successivamente con lucidatrici a panno e una pasta di ossido di ferro.

5.SCELTA E CONFEZIONAMENTO

- I manufatti in vetro vengono sottoposti a **controllo di qualità** e quindi **imballati** per la distribuzione alle aziende utilizzatrici.

(Il controllo di qualità viene effettuato automaticamente con macchine elettroniche installate in linea, che verificano le caratteristiche di tutti i recipienti: dimensione, forma, spessore, calibratura della bocca, integrità e resistenza. In tal modo è possibile mantenere costante il livello qualitativo del prodotto finito così come richiesto dagli utilizzatori finali).

- I prodotti non idonei sono **scartati** dal processo d'imballaggio, frantumati e avviati al forno per essere **rifusi**.



VETRO PIANO PER SOFFIAGGIO

- ❑ Lavorazione a cilindro tipica della Lorena
- ❑ Una quantità di pasta tra 9Kg e 19 Kg viene soffiata e fatta roteare a formare un cilindro di 50cm di diametro e 1,25-2m di lunghezza
- ❑ Le estremità vengono tagliate e il cilindro viene inciso nella sua lunghezza con una punta di diamante
- ❑ Il cilindro viene posto nel forno di annealing e aperto a formare una lastra



LAVORAZIONE PER COLATA

- ❑ Procedimento sviluppato nella Francia del XVII secolo

(vetrerie Saint Gobain, Piccardia)

- ❑ Il vetro fuso viene colato su un piano metallico, steso con un rullo metallico, ricotto molato e lucidato

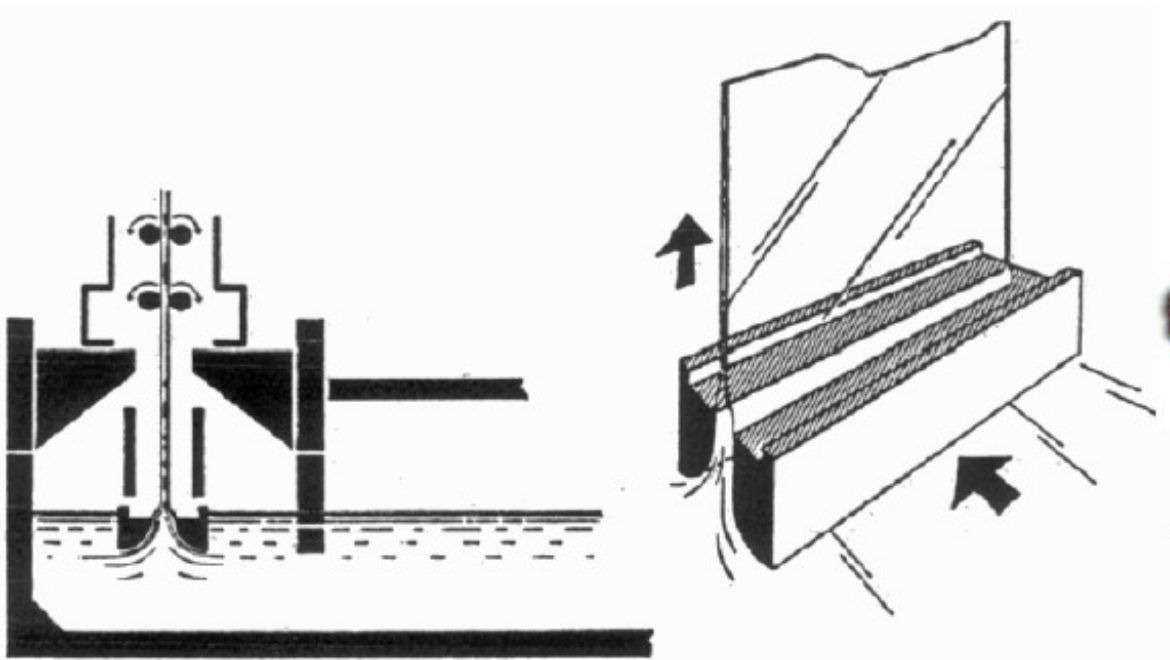
- ❑ Spessori massimi 4x2m



VETRO PIANO PER TIRAGGIO

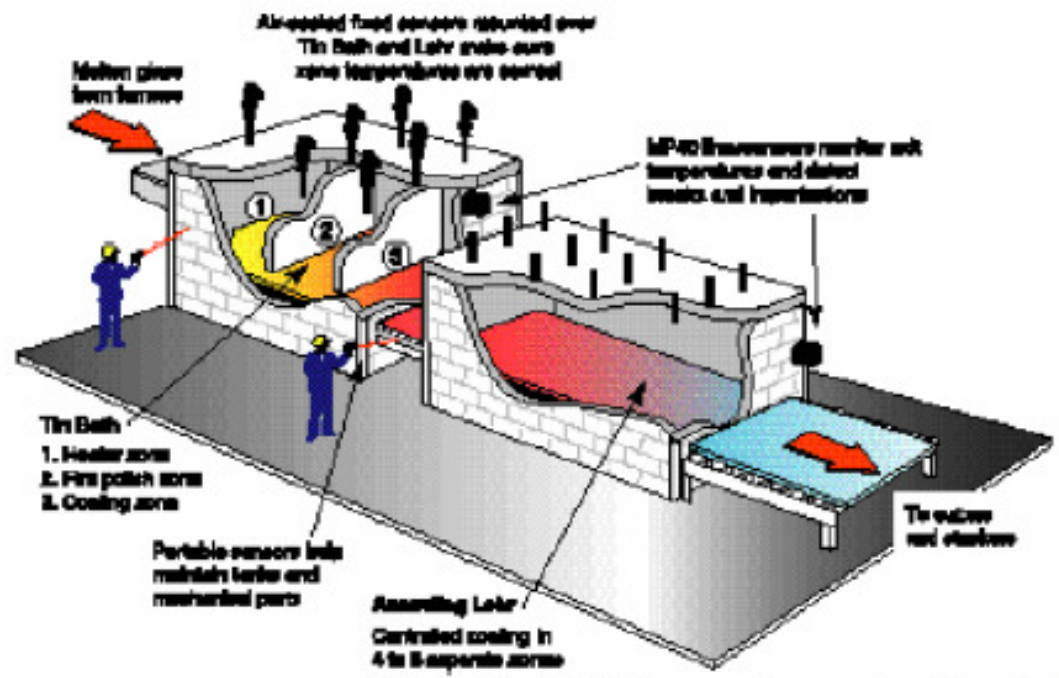
□ Processo Forcault (1913)

□ PPG industries



IL PROCESSO PILKINGTON FLOAT

- Introdotta nel 1959 ha soppiantato tutti gli altri metodi di formatura di vetro piano.
- Il forno di fusione misura 9m di larghezza x 45m di lunghezza contiene oltre 1200t di vetro.
- Il vetro fuso viene fatto scorrere su un bagno di stagno fuso ampio 3-4m e lungo 50m, spesso 6cm.
- Si usa lo stagno per la sua tensione superficiale la sua densità e il suo basso punto di fusione.
- Un impianto float può produrre 400t / giorno con una forza lavoro di 4 persone per turno



2.

PROCESSO DI
RICICLO
DEL VETRO

Il Riciclo del vetro: Storia

Il vetro è il materiale riciclabile per eccellenza. L'esigenza del riciclo è stata sempre sentita: da secoli per fare nuovo vetro si è utilizzato altro vetro.

- Una testimonianza è il ritrovamento in fondo al mare della **NAVE JULIA FELIX**, imbarcazione romana di circa **1800 anni fa**, che insieme a varie merci trasportava un carico di cocci di vetro da rifondere e plasmare.
- Perché gli **ANTICHI ROMANI** riciclavano il vetro? perché il vetro fonde a una temperatura più bassa dei suoi componenti. Di conseguenza il processo di rifacimento dei contenitori risulta più rapido e meno costoso.
- Con il **DECADERE DELL'IMPERO ROMANO** ed il ridursi dei commerci con l'Oriente, il ricorso alla rifusione del rottame di vetro divenne la naturale soluzione al difficile reperimento di questa materia prima, facilitando il risparmio di imponenti risorse del territorio.

In epoca moderna si deve ricordare **l'Editto di Napoli**. Il 3-5-1832 la Prefettura di Polizia di Napoli emette un'ordinanza per regolamentare lo spazzamento e l'innaffiamento delle strade. Allo stesso tempo, invita la cittadinanza a provvedere alla raccolta dei rifiuti all'esterno delle abitazioni, separandoli dai frantumi di vetro che devono invece essere raccolti separatamente

Il Riciclo del vetro: la raccolta



L'impiego della **CAMPANA VERDE**, di capacità pari a 2 o 3 m³, è il sistema più noto e diffuso per la raccolta differenziata del vetro.

Sono state sperimentate **CAMPANE BICOLORE** con scomparti separati per vetro bianco e quello colorato. Tale separazione permette di migliorare l'efficienza del processo di riciclo poiché da vetri di diverse tonalità è possibile fabbricare solo nuovi contenitori in vetro colorato, mentre per realizzare nuovo vetro 'incolore' si può utilizzare solamente vetro incolore.

Per lo **SVUOTAMENTO** delle campane si utilizza di solito veicolo con cassone dotato di braccio di sollevamento dotato di un sistema automatico di pesatura del contenuto. La capacità del cassone è di circa 30 m³ e la capacità di carico di circa 11 t. Nel corso di una giornata, un automezzo svuota in media 64 campane di 2m³ riempite al 50%.

Se l'**AREA DI RACCOLTA** è distante dall'azienda di trattamento, vengono realizzate aree di raccolta o silos per lo stoccaggio intermedio.

Il riciclo del vetro

Il vetro proveniente dalle campane di raccolta è sottoposto a **SELEZIONE** presso un impianto di trattamento specializzato dove viene scelto, pulito e reso idoneo alla fusione in vetreria.

Le fasi del processo di selezione sono:

1. **alimentazione** dell'impianto mediante pala meccanica che carica una tramoggia polmone;
2. **cernita manuale** per eliminare i corpi estranei di grosse dimensioni;
3. **vagliatura** e suddivisione granulometrica del materiale;
4. **cernita manuale** per rimuovere i frammenti di ceramica, porcellana, pietre, corpi metallici, plastica, ecc.
5. **frantumazione** delle frazioni grossolane per eliminare i frammenti di grosse dimensioni;
6. **trattamento** del materiale con elettrocalamite o con magneti per rimuovere i corpi magnetici;
7. **selezione** del materiale per aspirazione per allontanare i corpi leggeri come carta, alluminio, legno, ecc., che vengono raccolti e abbattuti da un ciclone;
8. **cernita** con macchine automatiche che individuano e scartano i corpi metallici non ferrosi; come alluminio, piombo, rame e corpi opachi presenti, eliminando, quindi, prodotti infusibili quali ceramica, porcellana, sassi, ecc.;
9. **selezione manuale definitiva** per eliminare ulteriori residui di ceramica, pietre e metalli.



Il riciclo del vetro: segue

Il prodotto ottenuto, denominato **ROTTAME DI VETRO PRONTO AL FORNO** può essere miscelato con le altre materie prime per realizzare nuovi contenitori con caratteristiche uguali a quelli ottenuti da materie prime vergini.

Oggi un contenitore su due è ottenuto da rottame di vetro da raccolta differenziata nazionale.

In alcuni casi (nella produzione di contenitori di colore verde) anche l'80% della miscela vetrificabile è sostituita dal rottame di vetro.

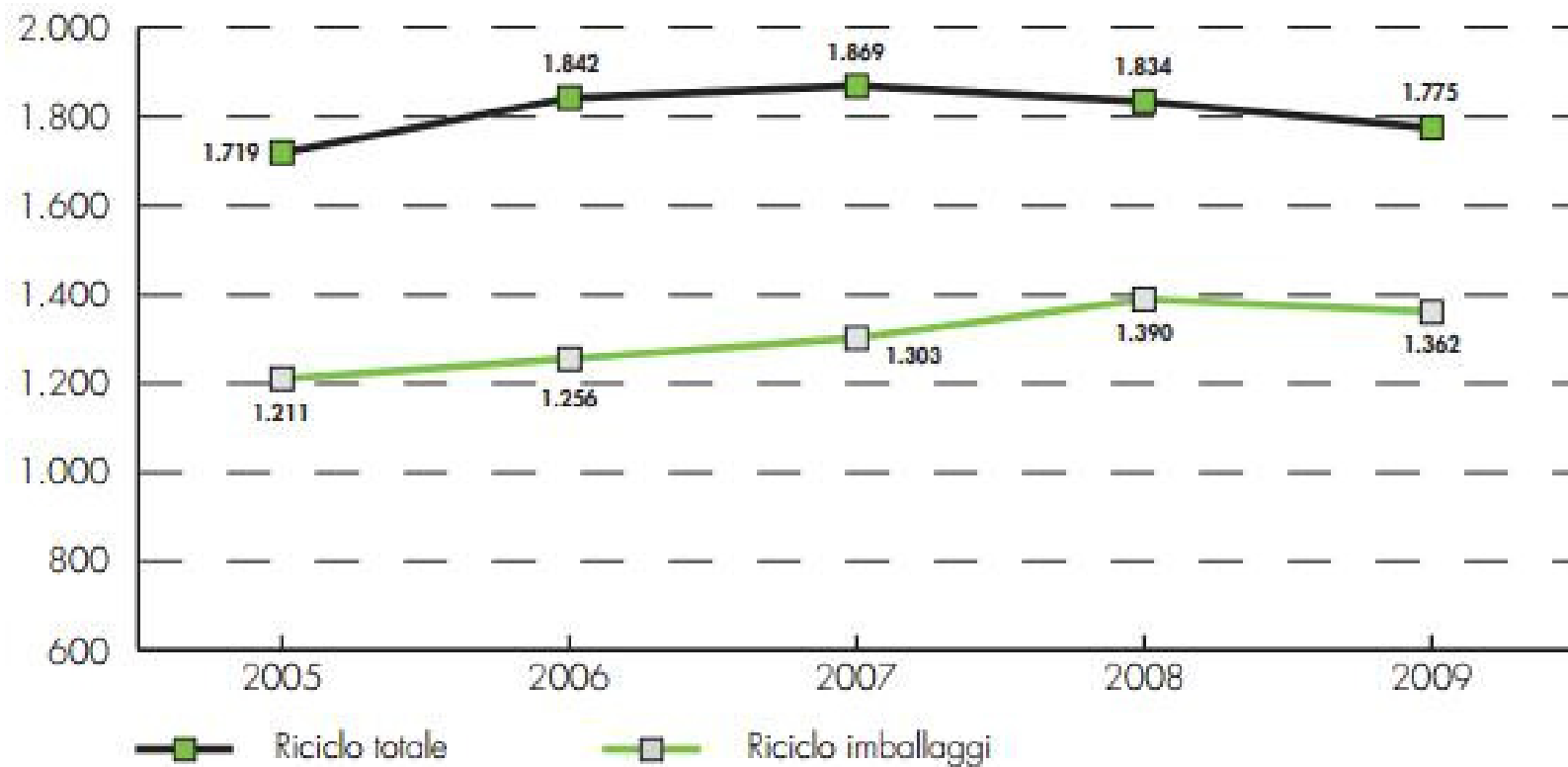
Per migliorare la purezza del rottame immesso nei forni sono state realizzate macchine ottiche in grado di eliminare, nella fase di pulizia, corpi opachi, quali ceramica, porcellana e pietre.

L'IMPIEGO DEI ROTTAMI DI VETRO COMPORTA:

- **risparmio di materie prime vergini** (da 100 Kg di rottame di vetro si ricavano 100 Kg di prodotto nuovo. Contro i 120 Kg di materie prime vergini).
- **risparmio di energia** del 2,5% del combustibile impiegato per ogni 10% di rottame usato. Un impiego dell'80% di rottami porta quindi a un risparmio energetico del 20%.
- **riduzione delle emissioni in atmosfera** dovute alle minori temperature di fusione del rottame. Ciò implica la riduzione del volume dei fumi di combustione, le emissioni di NOx , le polveri e CO2.

Il mercato del vetro riciclato

Figura 7: Andamento del riciclo (000/ton) - 2005/2009



Fonte: COREVE

Aspetti economici e commerciali

- Grazie ai vantaggi economici e ambientali, il vetro di recupero è ormai la principale materia prima per le vetrerie.
- In Italia il tasso di riciclo del vetro è stato del 65% nel 2008.
- Tale percentuale è ancor più rilevante se si considera che negli Stati Uniti è stato fissato l'obiettivo del 50% nel 2013.
- Nel 2008 il tasso medio europeo di riciclo del vetro è stato pari al 64%, con punte del 96% in Belgio e del 92% in Finlandia.

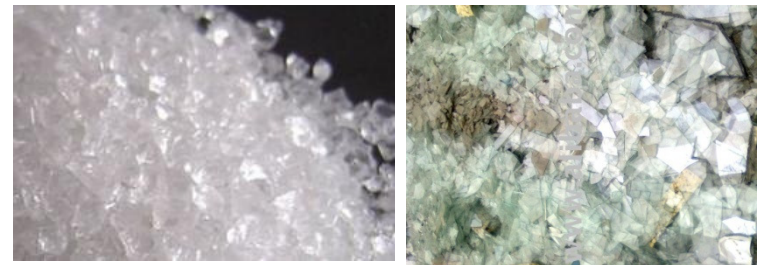
FONTE: Report L'Italia del Riciclo 2010, Reteambiente

ROTTAME DI VETRO:

Frantumato monocolore: Nuovo o usato

Frantumato misto: Nuovo o usato

Frantumato con Pvb: Nuovo o usato



IL VETRO E' RICICLABILE AL 100%



OFFERTE DI MERCATO REGistrate

DATI: 01/05/2012 (www.alibaba.com)

TIPOLOGIA	PREZZO	NAZ.
ROTTAMI DI VETRO MONOCOLORE	FINO A 75 EUR/T	Cina
ROTTAMI DI VETRO PIANO MISTO	FINO A 60 EUR/T	Bulgaria
ROTTAME DI VETRO PIANO DA ELETTRODOMESTICI	FINO A 40 EUR/T	Bulgaria