



LIFE12 ENV/IT/001020

Beneficiario coordinatore:

Stara Glass S.p.A.
P.zza Rossetti, 3 A/1
16129 - Genova

Beneficiari associati:

Stazione Sperimentale del Vetro (SSV)
Università degli Studi di Genova

Sito web di progetto:

www.primeglass.it

Referente:

Ernesto Cattaneo
Phone: +39.010.5763935
E-mail: ernesto.cattaneo@hydragroup.it

Durata:

01/07/2013 - 31/03/2017

Budget complessivo:

€ 3.130.741

Contributo EU:

€ 1.324.463

Area del progetto:

Italia

LIFE PRIME GLASS: Misure primarie innovative per ridurre la formazione di NOx e il consumo energetico nei forni da vetro

La sfida ambientale

Le tecnologie proposte e sperimentate nel progetto **LIFE PRIME GLASS** riguardano la produzione di vetro cavo, che da solo rappresenta il 60% della produzione di vetro in Europa, ma sono applicabili anche ad altri settori dell'industria vetraria, come ad esempio il vetro piano, la stoviglieria, i vetri speciali, ecc.

Il progetto **si è focalizzato su 2 delle maggiori problematiche ambientali legate all'industria del vetro:**

- **le emissioni di ossidi di azoto (NOx)** dovute: alle alte temperature di fusione; alla decomposizione dei nitrati presenti nella composizione del vetro; all'ossidazione dei nitrati presenti nel combustibile utilizzato nei forni. Gli NOx impattano sulla salute e sull'ambiente, causando *smog*, piogge acide, deterioramento della qualità dell'acqua, surriscaldamento globale, ecc.

- **gli alti consumi energetici:** la produzione vetraria è un processo fortemente energivoro e le scelte progettuali riguardanti gli impianti ed i relativi sistemi di recupero del calore ne condizionano fortemente le prestazioni ambientali e l'efficienza. L'energia necessaria per fondere il vetro è circa il 75% del totale dell'energia coinvolta nell'intero processo produttivo.

Gli obiettivi

L'**obiettivo principale** del progetto **LIFE PRIME GLASS** è stato la **riduzione degli NOx prodotti dall'industria vetraria per mezzo di tecniche primarie applicate ai forni rigenerativi**. Questi forni rappresentano lo stato dell'arte della produzione del vetro. Infatti, preriscaldando l'aria comburente fino a 1.200-1.300°C per mezzo di fumi a 1.400-1.600°C, portano il recupero energetico vicino ai limiti termodinamici. Tuttavia, sono proprio queste alte temperature che contribuiscono alla formazione degli NOx.

Gli NOx sono oggi soggetti a normative sempre più restrittive e possono essere limitati attraverso: "tecniche primarie", che

L'analisi CFD ha dimostrato che il naturale gradiente di pressione fra i torrini non è sufficiente a garantire un adeguato mescolamento dei flussi per un buon completamento della combustione. Si è perciò deciso di guidare il flusso caldo con getti freddi di minore entità (10-20% della portata di aria di *staging*) ad altissima velocità. In questo modo è stato possibile limitare la produzione di NOx anche del 40%, mantenendo la perdita di efficienza al di sotto dello 0,5%.

- **Ottimizzazione della combustione a bassi NOx: un'analisi dei prodotti della combustione per mezzo di termocamere ad infrarossi sperimentali.**

La termografia ad infrarossi è un potente strumento che è stato introdotto nel controllo della produzione vetraria con i seguenti obiettivi: permettere ai gestori del forno di sviluppare una conoscenza superiore su quanto avviene dentro il forno (rispetto alle telecamere tradizionali, si associa una temperatura ad ogni *pixel*, potendo quindi valutare valori e *trend* di tutte le posizioni); accoppiare l'analisi dell'immagine a quella della composizione dei fumi, rendendo così possibile lo studio della fiamma ed espandendo le conoscenze sulla generazione degli NOx.

La raccolta dei gradienti e *trend* termici in camera di combustione è fondamentale per la calibrazione e la validazione dei modelli CFD. L'utilizzo di appositi filtri permette alla termocamera di analizzare la presenza di CO e CO₂ nella fiamma, rafforzando i punti precedenti.

Queste **nuove tecnologie** sono state **installate su forni selezionati** e **ne sono state verificate le prestazioni attraverso una serie di campagne di test** svoltesi fra settembre 2014 e marzo 2017. In particolare i produttori che hanno partecipato per la tecnologia "Ricircolo fumi strategico" sono: "Vetropack" di Trezzano (MI) e "Vetri Speciali" di San Vito al Tagliamento (PN); per la tecnologia "Air-staging ad alta efficienza (HEAS)": "Bormioli Rocco" di Altare (SV).



Foto 6 – HEAS presso "Bormioli Rocco"
(foto: LIFE PRIME GLASS staff)

Queste nuove tecnologie sono state installate su forni selezionati e ne sono state verificate le prestazioni attraverso una serie di campagne di test svoltesi fra settembre 2014 e marzo 2017. In particolare i produttori che hanno partecipato per la tecnologia "Ricircolo fumi strategico" sono: "Vetropack" di Trezzano (MI) e "Vetri Speciali" di San Vito al Tagliamento (PN); per la tecnologia "Air-staging ad alta efficienza (HEAS)": "Bormioli Rocco" di Altare (SV).

Il **monitoraggio delle prestazioni** ha seguito **3 approcci differenti**:

- **caratterizzazione chimico-fisica del forno:** i fumi esausti e l'aria comburente sono stati caratterizzati prima e dopo l'installazione delle tecnologie PRIME GLASS. Un approccio dinamico innovativo è stato usato per monitorare contemporaneamente diversi parametri, al variare delle condizioni operative.
- **bilanci termici degli impianti,** rilevati prima e dopo l'applicazione delle tecnologie, monitorando il circuito completo di temperature, pressioni ed analisi chimiche (CO₂, CO, NOx). Le dispersioni superficiali e da ponti termici sono state calcolate, mentre le infiltrazioni e le perdite sono state stimate. È stato valutato anche il calore necessario allo sviluppo delle reazioni chimiche e sono state calcolate le perdite al fuoco.
- **applicazione dei modelli CFD,** a supporto dell'attività progettuale e dell'interpretazione delle acquisizioni sperimentali. Sono stati sviluppati modelli CFD di rigeneratori, sistemi di ricircolo ed *air-staging* e della combustione.

Infine, i risultati sono stati valutati attraverso un'analisi del ciclo di vita (LCA) e dei loro impatti socio-economici.

I risultati e gli impatti ottenuti

LIFE PRIME GLASS ha arricchito l'industria vetraria con tecnologie più pulite e convenienti per soddisfare le sempre più stringenti limitazioni sugli NOx senza perdere posizioni sul mercato globale. In particolare:

- il **Ricircolo fumi strategico (SWGR)** ha confermato le aspettative teoriche sia sugli abbattimenti degli NOx (>30%) sia sull'aumento di efficienza (>1%), lasciando ulteriori margini di ottimizzazione, raggiungibili lavorando sulla progettazione di camera e sul sistema di recupero. Il sistema è oggi disponibile sul mercato.

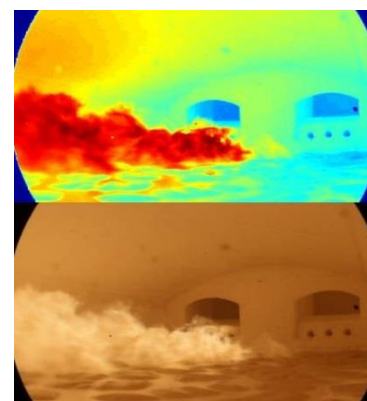


Foto 4 – Immagini a infrarossi
(foto: LIFE PRIME GLASS staff)



Foto 5 – SWGR presso "Vetri Speciali"
(foto: LIFE PRIME GLASS staff)

- il sistema di **Air-staging ad alta efficienza (HEAS)** ha permesso di ridurre gli NOx fino al 40%, ben oltre gli obiettivi del progetto, garantendo un 3% di efficienza in più rispetto allo *staging* classico proposto dalle *Best Available Techniques* (BAT). Il sistema è oggi disponibile sul mercato.
- le analisi CFD e le nuove tecnologie di acquisizione dati che le hanno validate hanno provato la loro importanza con forti ricadute sulla progettazione.

Stime conservative basate su un abbattimento del 20% degli NOx valutano che l'applicazione delle tecnologie proposte da LIFE PRIME GLASS su un 5% dei forni presenti sul mercato europeo avrebbe una ricaduta pari alla riduzione di 358.766 kg di NOx, corrispondenti alla quota derivante da 35.000 automobili che percorrano 20.000 km/anno. Similmente, sarebbe raggiunta una riduzione dei consumi pari a 96 TJ, equivalente a 5.200 ton di CO₂.

I *partner* di progetto hanno assunto 8 nuovi tecnici e si aspettano di portare questo numero a 13 nei prossimi 3 anni. Due *start-up* sono state create da Stara Glass S.p.A. e dall'Università degli Studi di Genova a ricaduta del progetto: SIRELAB e SGRPRO S.r.l. Grazie a LIFE PRIME GLASS, la Stazione Sperimentale del Vetro (SSV) ha incrementato notevolmente la sua offerta di servizi su caratterizzazione e mappatura degli impianti.

Infine, si sta cercando di estendere l'applicabilità delle tecnologie ad altri settori e di sviluppare ulteriormente le tecnologie del progetto, anche stabilendo importanti collaborazioni con altri enti.

Iniziative di comunicazione realizzate

I risultati del progetto LIFE PRIME GLASS sono stati **condivisi con i principali attori europei del settore del vetro**, per mezzo di materiale promozionale come **poster, volantini, newsletter e video**, nonché attraverso il **sito web** di

progetto (www.primeglass.it), che ha tenuto i soggetti interessati aggiornati sulle varie attività svolte e sugli eventi organizzati nell'ambito dello stesso progetto.

I risultati di LIFE PRIME GLASS sono stati presentati in occasione di **numerosi eventi nazionali e internazionali**, fra i quali le edizioni 2013 e 2016 del Convegno dell'Associazione dei Tecnici Italiani del Vetro (A.T.I.V.), entrambe svoltesi a Parma, la trentottesima *FGM Asian Glass Conference* (Penang, Malesia, anno 2014) e la tredicesima *International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development* (Roma, anno 2017) e

Stara Glass S.p.A. ha esposto i risultati del progetto alle seguenti **fiere**: le edizioni 2014 e 2016 della *Glasstec international exposition* (Dusseldorf, Germania) e la diciottesima *Mir Stekla exposition* (Mosca, Russia, anno 2016).

Il **progetto** è stato inoltre **presentato** agli esperti dell'*International Committee on Glass-Technical Commission 13 on Environmental Aspects* nel 2015 e nel 2016, e ai **produttori italiani** per mezzo di due **Conferenze** organizzate da [SEFPRO](http://www.sefpro.it) nel 2015.

Sono state organizzate **3 Conferenze di progetto** per coinvolgere determinati *target group* e *stakeholder*: la **Midterm Conference** a Murano (Venezia), presso la Stazione

Sperimentale del Vetro (SSV), nel febbraio 2016, alla presenza di produttori di vetro europei; una **Scientific Conference** all'Università degli Studi di Genova (*Campus* di Savona, gennaio 2017), con produttori di vetro e

ricercatori; la **Conferenza finale** a Rapallo (Genova) nel marzo 2017, con la partecipazione di molti soggetti interessati, tra cui produttori di vetro ed esperti di settore.

Sono stati pubblicati **articoli** inerenti a LIFE PRIME GLASS su riviste prestigiose di settore, in *proceeding* di Conferenze e in una rivista per decisori politici dell'Unione europea.

Sono state prodotti una **brochure per il principale target group** rappresentato dagli esperti della produzione di vetro e un documento più accessibile al grande pubblico ([Layman's Report](#)), che riportano i **risultati finali** raggiunti da LIFE PRIME GLASS.



Foto 7 – LIFE PRIME GLASS alla fiera Glasstec 2016 (foto: LIFE PRIME GLASS staff)



Foto 8 – Presentazioni progetto a produttori di vetro ospitate da SEFPRO (foto: LIFE PRIME GLASS staff)