

**ZIGNAGO VETRO S.P.A.**  
**Stabilimento di Fossalta di Portogruaro**

**NUOVO FORNO 14 E RINNOVAMENTO DEL FORNO 11**



***Provvedimento Autorizzativo Unico Ambientale***  
***Integrazioni volontarie***

**Proponente e progettista**

**Zignago Vetro**



Via Ita Marzotto 8  
30025 Fossalta di Portogruaro (VE)

**Consulente tecnico**



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA  
Via delle Industrie, 5 - 30175 Venezia (VE)  
[www.eambiente.it](http://www.eambiente.it); [info@eambiente.it](mailto:info@eambiente.it)  
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886

SERVIZIO: VIA e AIA

Unità Operativa: VALUTAZIONI AMBIENTALI E  
AUTORIZZAZIONI

Codice Commessa: C21-008211

00	07.04.2021	Prima emissione	Zignago_Integrazioni_volontarie_rev_0	E. Raccanelli	A. Andriotto	G. Chiellino
Rev.	Data	Oggetto	File	Redatto	Verificato	Approvato

## SOMMARIO

<b>1 PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2 INTEGRAZIONI VOLONTARIE .....</b>	<b>4</b>
2.1 INDIVIDUAZIONE DEL FLUSSO DI MASSA OBIETTIVO DI NI E CD.....	4
2.2 IMPIANTI TERMICI E DI COMBUSTIONE.....	6
2.3 REPORT PMC 2018 .....	8
2.4 INTEGRAZIONE DATI CONSUMI DI MATERIE PRIME RELATIVI ALL'ANNO 2019 E DI PROGETTO .....	8
2.5 INTEGRAZIONI RELATIVE ALLE CARATTERISTICHE TECNICO COSTRUTTIVE DEI NUOVI FORNI 11 E 14 E AI PRINCIPALI PARAMETRI DI PROCESSO MONITORATI IN CONTINUO	9
2.5.1 FORNI RIGENERATIVI "END-PORT" O "END-FIRED" .....	9
2.5.2 TECNICHE PRIMARIE PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI NELL'ARIA DERIVANTI DALLA FUSIONE .....	10
2.5.2.1 Polveri .....	10
2.5.2.2 Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> ) .....	11
2.5.3 PRINCIPALI PARAMETRI DI PROCESSO MONITORATI IN CONTINUO.....	12

## INDICE TABELLE

Tabella 1 – Flussi di massa massimi teorici e relative ricadute di Ni e Cd - recettore R3 – configurazione di progetto.....	4
Tabella 2 – Flussi di massa medi attesi e relative ricadute di Ni e Cd - recettore R3 – configurazione di progetto.....	4
Tabella 3 – Ipotesi di valore "obiettivo" per i flussi di massa complessivi di Ni e Cd e relativo impatto sul recettore R3 .....	5
Tabella 4 – Impianti termici e di combustione .....	6
Tabella 5 – Medi impianti di combustione (impianti di potenza termica pari o superiore ad 1MW) .....	7
Tabella 6 – Medi impianti termici civili (impianti termici civili di potenza termica pari o superiore ad 1MW ed inferiore a 3 MW) .....	7

## INDICE ALLEGATI

- Int\_V-1: Report PMC 2018
- Int\_V-2.1 e Int\_V2.2: Pianta e sezioni di dettaglio Forno 14
- Int\_V-3: Supervisione e regolazione delle variabili di processo dei forni fusori



## 1 PREMESSA

La società Zignago Vetro S.p.A. (nel seguito "la Società") ha depositato in data 28.07.2020 istanza, acquisita agli atti della Città Metropolitana di Venezia (CMVE) con prot. 37592 del 28.07.2020, ai sensi dell'art. 27 bis del D.lgs 152/06 e s.m.i. per l'ottenimento del provvedimento autorizzativo unico (PAU) comprensivo del provvedimento di VIA, del rilascio dell'AIA e di tutte le autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, concerti, nulla osta e assensi comunque denominati necessari alla realizzazione e all'esercizio del progetto "Nuovo forno 14 e rinnovamento del forno 11".

In data 28.01.2021 La Città Metropolitana di Venezia ha richiesto integrazioni documentali.

In data 25.02.2021 la Società ha caricato le integrazioni nella pratica PAU sul portale SUAP del Comune di Fossalta di Portogruaro. Tra esse vi è anche la revisione n.01 dello Studio di ricaduta delle emissioni in atmosfera, aggiornato e integrato come richiesto dagli Enti.

Nello studio, oltre alla consueta valutazione dell'impatto differenziale tra gli scenari emissivi massimi teorici, autorizzato e di progetto, sono state fornite ulteriori considerazioni relative allo stato di progetto, basate sui flussi di massa medi attesi.

I risultati mettono in evidenza che le ricadute dei parametri Cd e Ni nello scenario di massima emissione appaiono fino a molto elevate rispetto al valore limite di qualità dell'aria fissato dalla norma, mentre nello scenario "medio atteso" si collocano ampiamente al di sotto di esso.

In vista della Conferenza dei Servizi prevista in data 7.04.2021 si propone una prima valutazione finalizzata ad individuare un "flusso di massa obiettivo di stabilimento" associabile a ricadute di Cd e Ni compatibili con la qualità dell'aria.

Si forniscono inoltre integrazioni volontarie relative ad alcuni argomenti, discussi con gli Enti per le vie brevi.



## 2 INTEGRAZIONI VOLONTARIE

### 2.1 INDIVIDUAZIONE DEL FLUSSO DI MASSA OBIETTIVO DI Ni E Cd

Con riferimento alle Tabelle 7-6, 8-6 e 8-7 dello Studio di ricaduta rev. 01 agli atti, nella seguente si riporta il riepilogo sintetico dei dati relativi ai valori massimi dei flussi di massa teorici e delle relative ricadute stimate presso il recettore R3 – parrocchia S. Margherita, che rispetto agli altri recettori risulta quello maggiormente influenzato dalle emissioni dei parametri considerati.

Tabella 1 – Flussi di massa massimi teorici e relative ricadute di Ni e Cd - recettore R3 – configurazione di progetto

Parametro	Flusso di massa massimo tot. Stabilimento	Ricaduta massima - recettore R3	VL	Impatto max - recettore R3
	kg/h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Ni	4,33E-02	1,49E-02	2,00E-02	75%
Cd	1,50E-02	8,63E-03	5,00E-03	173%

Come descritto nel par. 8.3 dello stesso studio l'approccio eseguito con i valori massimi è indubbiamente molto cautelativo, ma se l'osservazione si limita al singolo scenario e non all'impatto differenziale il rischio è di trarre conclusione non corrette, sulla base di risultati molto sovrastimati, in particolare per i parametri che nella realtà sono emessi in quantità molto inferiore rispetto al limite. Di conseguenza per la configurazione di progetto sono stati stimati anche i flussi medi attesi e le relative ricadute medie attese.

Con riferimento alle Tabelle 8-10, 8-11, 8-12, 8-13 e 8-14 dello Studio di ricaduta rev. 01 agli atti, nella seguente si riporta il riepilogo sintetico dei dati relativi ai valori medi attesi dei flussi di massa e delle relative ricadute stimate presso il recettore R3 – parrocchia S. Margherita, che rispetto agli altri recettori risulta anche in questo caso quello maggiormente influenzato dalle emissioni dei parametri considerati.

Tabella 2 – Flussi di massa medi attesi e relative ricadute di Ni e Cd - recettore R3 – configurazione di progetto

Parametro	Flusso di massa medio atteso tot. Stabilimento	Ricaduta media attesa - recettore R3	VL	Impatto medio atteso - recettore R3
	kg/h	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Ni	1,10E-03	3,87E-04	2,00E-02	1,9%
Cd	1,10E-04	6,04E-05	5,00E-03	1,2%



Si ribadisce quindi che per questi parametri le emissioni reali saranno del tutto compatibili con la qualità dell'aria.

Fermi restando i limiti autorizzati riferiti alle concentrazioni o ai flussi di massa dei singoli punti di emissione, considerando che si tratta di valori molto bassi che possono presentare una certa variabilità, si ritiene che tale compatibilità possa essere garantita individuando un valore "obiettivo" da rispettare, a partire da un periodo successivo alla messa a regime degli impianti, in coordinamento con i monitoraggi previsti dal PMA. Eventualmente sarà possibile eseguire nuove simulazioni modellistiche di approfondimento basate sui dati misurati a camino in fase *post operam*. In questo modo la Società potrà anche mantenere ragionevoli margini operativi.

In conclusione tale valore "obiettivo" può essere individuato nel flusso di massa complessivo emesso dallo stabilimento, come riportato nella seguente tabella.

Tabella 3 – Ipotesi di valore "obiettivo" per i flussi di massa complessivi di Ni e Cd e relativo impatto sul recettore R3

Parametro	Flusso di massa obiettivo tot. Stabilimento	Ricaduta obiettivo - recettore R3	VL	Impatto obiettivo - recettore R3
	kg/h	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	%
Ni	1,10E-02	3,87E-03	2,00E-02	19,4%
Cd	1,10E-03	6,34E-04	5,00E-03	12,7%

In fase post-operam sarà possibile valutare eventuali ulteriori riduzioni del valore obiettivo.



## 2.2 IMPIANTI TERMICI E DI COMBUSTIONE

Nello stabilimento sono presenti i seguenti impianti "accessori".

Tabella 4 – Impianti termici e di combustione

Camino (n.)	Provenienza effluente	Uso (produttivo/civile/misto)	Tipo combustibile	Potenza (MW) camera di combustione
30	Caldaia preriscaldamento metano 1	Produttivo	Metano	0,0795 (fatto) – 0,125 (progetto)
31	Caldaia preriscaldamento metano 1	Produttivo	Metano	0,0795 (fatto) – 0,125 (progetto)
54	Gruppo elettrogeno F11-12 (IML)	Produttivo (emergenza)	Gasolio	0,560
55	Gruppo elettrogeno F11 (VISA)	Produttivo (emergenza)	Gasolio	0,906
69	Gruppo elettrogeno F11-12 (CW1000)	Produttivo (emergenza)	Gasolio	0,840
71	Caldaia vapore di processo (Garioni 1)	Misto	Metano	1,047
72	Caldaia vapore di processo (Garioni 2)	Misto	Metano	1,047
107	Caldaie riscaldamento Cold End F13	Civile	Metano	0,339
109	Gruppo elettrogeno F13	Produttivo (emergenza)	Gasolio	0,906
128	Gruppo elettrogeno F14	Produttivo (emergenza)	Gasolio	0,900
129	Gruppo elettrogeno F14	Produttivo (emergenza)	Gasolio	0,900



Tabella 5 – Medi impianti di combustione (impianti di potenza termica pari o superiore ad 1MW)

Camino n.	Tipologia impianto	Esistente/Nuovo	Combustibili utilizzati			Potenza termica nominale (MW)	N. ore operative annue	Carico medio di processo (%)	Codice NACE	Data messa in esercizio
			Classificazione	Quantità annua	U.d.m.					
71 (Garioni 1)	Caldaia vap.	Esistente	Gas naturale	200.000	Sm <sup>3</sup>	1,047	4.320	45%	23.13	07/2010
72 (Garioni 2)	Caldaia vap.	Esistente	Gas naturale	200.000	Sm <sup>3</sup>	1,047	4.320	45%	23.13	07/2010

Tabella 6 – Medi impianti termici civili (impianti termici civili di potenza termica pari o superiore ad 1MW ed inferiore a 3 MW)

*Nota: gli impianti riportati in Tabella 5 svolgono anche la funzione di impianti termici civili*



## 2.3 REPORT PMC 2018

Il report contenente tutti i dati dei controlli effettuati dalla ditta nell'anno 2018 secondo quanto previsto nel Piano di Monitoraggio e Controllo dell'AIA è riportato in Allegato Int\_V-1.

## 2.4 INTEGRAZIONE DATI CONSUMI DI MATERIE PRIME RELATIVI ALL'ANNO 2019 E DI PROGETTO

Tipologia materia prima	U.d.m.	Quantità anno 2019	Quantità a regime	Note
Olio guida goccia	t	6	8	
Olio scovolatura stampi	t	6	9	
Olio cesoie taglio goccia	t	6	8	
Oli lubrificanti macchinari	t	14	19	
Soluz. di polietilene per trattamenti a freddo	t	6	8	
Ossido di ferro	t	289	290	Composto utilizzato solo per vetri colorati
Sostanze utilizzate per i trattamenti a caldo	t	9	13	





## **2.5 INTEGRAZIONI RELATIVE ALLE CARATTERISTICHE TECNICO COSTRUTTIVE DEI NUOVI FORNI 11 E 14 E AI PRINCIPALI PARAMETRI DI PROCESSO MONITORATI IN CONTINUO**

### **2.5.1 Forni rigenerativi “End-port” o “End-fired”**

Negli Allegati Int\_V-2.1, Int\_V-2.2, si riportano la pianta e la sezione di dettaglio del Forno 14. Le tavole analoghe del Forno 11 sono in corso di redazione ma le caratteristiche saranno del tutto simili. Naturalmente le dimensioni del Forno 11 saranno inferiori a quelle del Forno 14, in proporzione alla minore capacità produttiva.

Si tratta di Forni “rigenerativi”, come descritti al par. 2.3.1 del *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass 2013 (BREF 2013)*. In essi il calore dei gas di scarico della combustione viene utilizzato per preriscaldare l'aria prima della combustione. Ciò si ottiene facendo passare i gas esausti attraverso una camera contenente materiale refrattario, che assorbe il calore. Sono presenti due set di bruciatori, attivati alternativamente. Dopo un periodo predeterminato, di solito 20 minuti, il ciclo di riscaldamento del forno tramite combustione (nella configurazione di progetto esclusivamente gas naturale) viene invertito e l'aria comburente viene fatta passare dalla camera precedentemente riscaldata dai gas di scarico.

Mentre una camera viene riscaldata dai gas di scarico del processo di combustione, nell'altra avviene il preriscaldamento dell'aria di combustione in entrata. Temperature tipiche di preriscaldamento dell'aria (a seconda del numero di porte) sono normalmente comprese tra 1200 e 1350 °C.

Nei forni rigenerativi di tipo *Cross-fired*, i bruciatori sono posizionati lungo i lati del forno, le camere dei rigeneratori si trovano su entrambi i lati del forno. La fiamma passa sopra il materiale fuso e direttamente nelle porte opposte.

Nei Forni *End-fired*, come quelli di progetto, il principio di funzionamento è lo stesso, ma le camere rigenerative sono situate ad un'estremità del forno, ciascuna con una singola porta. La fiamma descrive un percorso “a U”, e ritorna alla camera del rigeneratore adiacente attraverso la seconda porta. Questa configurazione impiantistica consente un sistema di rigenerazione più efficiente rispetto al *cross-fired*.

In generale, i forni *End-fired* sono più efficienti dal punto di vista energetico dei forni a fuoco incrociato per due principali ragioni: in primo luogo, il minor numero di porte dei bruciatori riduce la perdita di energia attraverso di esse; in secondo luogo, il tempo di permanenza dei gas di combustione è maggiore, consentendo più tempo alle fiamme di irradiare l'energia per la fusione del vetro.

I forni rigenerativi sono generalmente più efficienti dal punto di vista energetico rispetto ad altri forni, grazie al più efficiente sistema di preriscaldamento dell'aria comburente. Il basso consumo energetico per tonnellata di vetro fuso porta alla riduzione di molti degli inquinanti associati alla combustione.

Tuttavia, le alte temperature di preriscaldamento favoriscono una maggiore formazione di NO<sub>x</sub>. Questi forni hanno mostrato ottimi risultati con le tecniche di controllo delle emissioni



primarie, in particolare per gli NO<sub>x</sub>. Dei due tipi di forni rigenerativi, i forni end-fired tendono a mostrare una migliore efficienza energetica e minori emissioni.

I forni di progetto useranno principalmente gas naturale per produrre l'energia termica necessaria per la fusione ma saranno dotati anche di *Boosting* Elettrico. Questo sistema fornisce calore al vetro fuso facendo passare una corrente elettrica attraverso elettrodi posizionati nelle pareti laterali o attraverso il fondo del bacino di fusione. Il boosting elettrico può essere utilizzato anche per ridurre le emissioni dirette del forno, in sostituzione di una certa quota di combustibile fossile, tenendo conto dei maggiori costi operativi, soprattutto nei paesi (come l'Italia) dove il prezzo dell'energia elettrica è maggiore rispetto ad altri.

Livelli variabili di utilizzo del Boosting sono utilizzati per produrre vetri colorati a causa dello scarso trasferimento di calore radiante nel vetro verde o ambra. In caso di boost elettrico, gli elettrodi forniscono calore extra soprattutto nella parte inferiore del bacino di fusione.

## **2.5.2 Tecniche primarie per il controllo delle emissioni nell'aria derivanti dalla fusione**

Gli inquinanti che possono essere ridotti mediante tecniche primarie in qualche modo collegate alle caratteristiche dei forni di progetto sono polveri e NO<sub>x</sub>, come di seguito descritto.

### **2.5.2.1 Polveri**

Le polveri sono abbattute principalmente con sistemi secondari. Le caratteristiche del forno non influiscono direttamente sulle emissioni di questo parametro, mentre tra le tecniche primarie vi sono la scelta del combustibile (il gas naturale è la migliore) e la selezione delle materie prime, che deve tuttavia garantire la qualità dei prodotti.

In ogni caso i forni di progetto consentiranno di adottare le seguenti tecniche primarie.

#### **2.5.2.1.1 Riduzione della temperatura sulla superficie del fuso**

La temperatura superficiale del vetro fuso è un fattore importante nella formazione di particolato. Specie più volatili vengono generate a temperature più elevate.

La riduzione della temperatura del forno è bilanciata con la qualità del vetro, la produttività del forno e altri aspetti ambientali come la concentrazione di NO<sub>x</sub> nei fumi. Le misure che hanno il maggiore effetto nella riduzione delle emissioni di polveri per tonnellata di vetro sono quelli che migliorano l'efficienza energetica e in particolare il trasferimento di calore al vetro.

I punti principali sono riportati di seguito:

- Design e geometria del forno per migliorare le correnti convettive e il trasferimento di calore.
- Utilizzo di boost elettrico che aiuta a ridurre la temperatura della corona immettendo energia direttamente nel fuso e migliorando le correnti convettive.



- L'aumento dell'uso di rottame di vetro che ridurrà il fabbisogno energetico di fusione permettendo funzionamento a una temperatura inferiore e minore consumo di combustibile.

#### 2.5.2.1.2 Posizionamento dei bruciatori

Un'elevata velocità del gas o un alto livello di turbolenza sulla superficie della massa fusa aumenta il tasso di volatilizzazione. I forni di progetto prevedono un posizionamento dei bruciatori che consentono di ottimizzare la velocità e la direzione dell'aria di combustione e la velocità e la direzione del combustibile. Ulteriori miglioramenti derivanti dalle caratteristiche dei forni di progetto consentono una ridotta velocità dei fumi sul vetro fuso con ridotto effetto *stripping* sui componenti volatili della composizione.

#### 2.5.2.2 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

I principali fattori che influenzano la formazione di NO<sub>x</sub> sono la temperatura della fiamma, il contenuto di ossigeno nella zona di reazione e il tempo di permanenza nella zona ad alta temperatura della fiamma. Le misure di controllo primarie cercano di generare le condizioni meno favorevoli per la formazione di NO<sub>x</sub>, ovvero evitare la contemporanea presenza di azoto e ossigeno ad alte temperature.

Le principali tecniche primarie adottate per ridurre al minimo gli NO<sub>x</sub> termici sono riassunte di seguito.

##### 2.5.2.2.1 Ridotto rapporto aria/combustibile

La presenza di aria nel forno, in particolare intorno agli ugelli dei bruciatori e attraverso il sistema di alimentazione delle materie prime può portare ad alti livelli di NO<sub>x</sub>. Nei forni di progetto i blocchi bruciatori saranno sigillati e saranno adottate misure per impedire l'ingresso di aria nell'area di alimentazione.

Il sistema di alimentazione della miscela vetrosa fredda nel bacino di fusione è studiato per chiudere completamente la zona di ingresso della composizione, con riduzione al minimo di aria parassita.

I forni funzioneranno con un eccesso di aria del 10-15% (es. 2-3% di ossigeno in eccesso). Ciò comporterà una riduzione significativa di NO<sub>x</sub>.

Questa tecnica è applicabile in modo efficace monitorando i livelli di NO, CO e O<sub>2</sub> nei gas esausti.

##### 2.5.2.2.2 Bruciatori a basse emissioni di NO<sub>x</sub>

I Forni di progetto saranno dotati di bruciatori Low-NO<sub>x</sub>. Essi consentono:

- Miscelazione più lenta di carburante e aria per ridurre le temperature di picco della fiamma (formazione della fiamma).



- Velocità di iniezione minime che consentono comunque una combustione completa (ritardata ma completa combustione).
- Aumento dell'emissività (irraggiamento) della fiamma, con ottimizzazione del trasferimento di calore alla fusione di vetro. Pertanto, un livello di temperatura inferiore può ancora fornire l'energia necessaria per fusione per l'elevata luminosità della fiamma (efficace emissione di calore).
- Diversi ugelli e design di ugelli consentono di generare più getti di carburante per bruciatore; in pratica la testa del bruciatore è costituita da più ugelli concentrici, creando un flusso di miscela aria/gas che migliora il trasferimento di calore, pur raffreddando la fiamma, con conseguente riduzione della formazione di NO<sub>x</sub>.
- Combustione completa con il minimo rapporto aria / carburante.

### **2.5.3 Principali parametri di processo monitorati in continuo**

Come si è visto, la corretta combustione nel forno fusorio attualmente è la tecnica primaria per il contenimento delle emissioni di NO<sub>x</sub> e CO. Nella configurazione di progetto i nuovi forni manterranno e implementeranno la possibilità di controllare e regolare la combustione.

Il monitoraggio dei parametri di processo avviene ed avverrà come descritto nell'Allegato Int\_V-3 "Supervisione e regolazione delle variabili di processo dei forni fusori", attraverso sistema SCADA, di molteplici variabili di processo come ad esempio la portata di combustibile e di aria comburente nel loro corretto rapporto, pressione del forno e conformità delle temperature di esercizio.

