



**PROVINCIA DI TREVISO**



**arpav**

Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto

**Impianti di combustione a scarti di legno:  
controllo tecnico-analitico delle emissioni  
prodotte e raffronto con il quadro  
normativo di settore**

**RAPPORTO CONCLUSIVO**





## PROVINCIA DI TREVISO

**ARPAV**  
**Agenzia Regionale per la Prevenzione e**  
**Protezione Ambientale del Veneto**

**Direzione Generale**

Via Matteotti, 27  
35131 Padova PD  
Tel. +39 049 82 39301  
Fax. +39 049 66 0966  
E-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)  
Sito internet: [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

**Dipartimento di Treviso**

**Servizio Territoriale**

Via Santa Barbara, 5/A  
31100 Treviso TV  
Tel. +39 0422 558 502  
Fax +39 0422 558 501  
E-mail: [daptv@arpa.veneto.it](mailto:daptv@arpa.veneto.it)

**Dipartimento Provinciale di Treviso**

Loris Tomiato (direttore)

*Servizio Territoriale*

Giuseppe Daniel (dirigente)

*Unità Operativa Vigilanza Ambientale*

Tiziano Vendrame (dirigente)

Piero Silvestri (coordinatore)

Ivano Furlan

Paolo Ronchin

Stefano Simionato

**Analisi chimiche di laboratorio:**

**ARPAV**

**Dipartimento Regionale Laboratori**

**Servizio Laboratorio Provinciale di Padova**

*Unità Operativa Aria*

Gianni Formenton (dirigente responsabile)

*Dipartimento Regionale Laboratori*

*Servizio Laboratorio Provinciale di Venezia*

*U.O. Microinquinanti e Diossine*

Luciana Menegus (dirigente responsabile)

**PROVINCIA DI TREVISO**

Presidente: Leonardo Muraro

Assessore alle Politiche Ambientali: Alberto Villanova

Via Cal di Breda, 116

31100 Treviso TV

Tel. + 39 0422 6565

Fax. + 39 0422 582499

E-mail: [ecologia@provincia.treviso.it](mailto:ecologia@provincia.treviso.it)

Sito internet: [www.provincia.treviso.it](http://www.provincia.treviso.it)

**Settore Ecologia e Ambiente**

Carlo Rapicavoli (direttore)

Simone Busoni (dirigente)

*Area Organizzativa Gestione dei Rifiuti*

Michela Milan (responsabile)

Francesco De Angelis

*Area Organizzativa Emissioni in Atmosfera ed A.I.A*

Franco Giacomini (responsabile)

Antonella Aricò

Valeria Gianese

Alberto Pallaro

Katia Piccolo

Antonella Sinigaglia

## INDICE

1	PREMESSA-----	2
2	CONTESTO NORMATIVO E LIMITI DI RIFERIMENTO-----	6
3	IMPIANTI DI COMBUSTIONE A SCARTI DI LEGNO -----	13
3.1	CENNI DI TECNOLOGIA DEL PROCESSO DI COMBUSTIONE-----	13
3.2	PRINCIPALI SISTEMI DI ABBATTIMENTO DEI FUMI DI COMBUSTIONE -----	19
3.3	SISTEMI DI CONTROLLO IN CONTINUO -----	22
3.4	SCHEDE RIEPILOGATIVE DEGLI IMPIANTI DI COMBUSTIONE ANALIZZATI -----	23
4	MATERIALI E METODI DI CAMPIONAMENTO-----	29
4.1	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO -----	29
4.2	MATERIALI E STRUMENTAZIONE -----	33
4.3	STRATEGIE DI CAMPIONAMENTO-----	35
5	ESAME DEI RISULTATI -----	38
5.1	GAS DI COMBUSTIONE-----	40
5.1.1	Monossido di Carbonio (CO)-----	42
5.1.2	Ossidi di Azoto (NOX) -----	43
5.1.3	BIOSSIDO DI ZOLFO (SO2)-----	45
5.2	POLVERI, METALLI, PM <sub>10</sub> -----	45
5.3	COMPOSTI DEL CLORO E DEL FLUORO (HCl – HF) -----	52
5.4	MICROINQUINANTI ORGANICI (IPA – PCDD/PCDF) -----	53
6	CONCLUSIONI-----	60
7	BIBLIOGRAFIA-----	64
8	ALLEGATI -----	66

## 1 PREMESSA

Il territorio ricadente nella Provincia di Treviso è fortemente interessato da una diffusa realtà produttiva di tipo industriale caratterizzata per lo più da imprese di piccola e media dimensione. In tale ambito, in particolare nelle zone del Quartier del Piave e dell'Opitergino-Mottense, un settore fortemente sviluppato è quello dell'industria del mobile e di tutte le diverse fasi di lavorazione dei materiali legnosi ad essa collegate.

Per esigenze di mercato tale settore industriale utilizza solo in piccola parte il legno vergine quale materia prima, mentre la gran parte della produzione prende avvio dalla lavorazione di pannelli preformati di vario tipo (truciolare, multistrato, mdf, ecc.) e sovente ne recupera il contenuto energetico riutilizzando gli scarti prodotti in impianti termici dedicati di taglia tipicamente compresa tra 1 e 4 MW. Tale attività di recupero, dal punto di vista amministrativo, viene normalmente condotta in regime di procedura semplificata ai sensi degli artt. 214-216, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., previa presentazione della prevista Comunicazione, mentre le relative emissioni in atmosfera derivanti dal processo sono soggette ai limiti di cui al D.M. 05/02/1998.

Vista la molteplicità degli impianti presenti nel territorio provinciale, la combustione dei residui di legno costituisce, quindi, un aspetto critico in quanto potenziale fonte di inquinamento atmosferico non solo per l'emissione dei tipici sottoprodotti della reazione ossidativa del combustibile (ossidi di azoto, carbonio e zolfo), ma anche di sostanze di particolare rilevanza ambientale (polveri sottili, metalli, microinquinanti organici). Tale criticità insita nel processo, laddove non vengano dedicate le dovute risorse, può inoltre risultare accentuata da scorrette modalità gestionali di conduzione e controllo della combustione che non costituisce evidentemente il core business delle aziende del settore.

Un recente lavoro di analisi e valutazione dei dati tratti dalle comunicazioni annuali MUD fornisce una quantificazione piuttosto aggiornata in tema di produzione e recupero e scarti di legno in Veneto [rif. *Polo E., Tesi di laurea, 2011*], dal 2000 al 2008, ultimo anno per il quale sono disponibili i dati. In particolare, ai fini del presente studio, si riporta che la produzione di scarti di legno nel periodo considerato si è sempre mantenuta oltre le 250.000 tonn/anno (per il 2006, a causa di un cambio normativo, il dato è stato stimato – Grafici A e B).

Questo studio evidenzia altresì che le problematiche legate al settore del legno, in Veneto sono concentrate essenzialmente nella Provincia di Treviso, sia in riferimento alla quantità di scarti prodotta, con un contributo percentuale che si mantiene nell'ordine dell'80% del totale (82% nel 2008), che in riferimento al numero e dimensione delle unità produttive (cfr. Grafici C, D e E).

Dei rifiuti prodotti la quasi totalità (>99%) è codificata con il codice CER 030105 (Segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci non contenenti sostanze pericolose); il fatto che lo stesso codice comprenda sia il legno vergine che quello trattato rende difficile una stima delle due tipologie di rifiuti.

Un precedente studio [rif. *Merlo F., Tesi di laurea, 2006*], focalizzato sugli anni 2003-2004, aveva tuttavia stimato, dall'elaborazione dei dati MUD e da verifiche dirette su un campione di aziende del settore, la percentuale di scarti di legno vergine in circa il 17% del totale.

I rifiuti legnosi vengono avviati quasi integralmente a successive operazioni di recupero, tra le quali l'utilizzo quale combustibile per produrre energia (R1) costituisce quantitativamente poco meno della metà del totale.

Ad oggi le attività autorizzate, in regime di procedura semplificata e autorizzazione integrata ambientale, all'esercizio delle operazioni di recupero energetico di rifiuti legnosi, assommano nella

Provincia di Treviso a 60, per un quantitativo massimo, costituito quasi esclusivamente da legno trattato, pari a 148.565 t/anno.

I successivi Grafici F e G, ricavati dalla prima tesi sopracitata, fotografano quanto descritto quantificando in circa 115.000 tonn l'ammontare di scarti legnosi avviati in combustione nel 2008.

GRAFICO A: - Produzione annua nel Veneto di rifiuti di legno

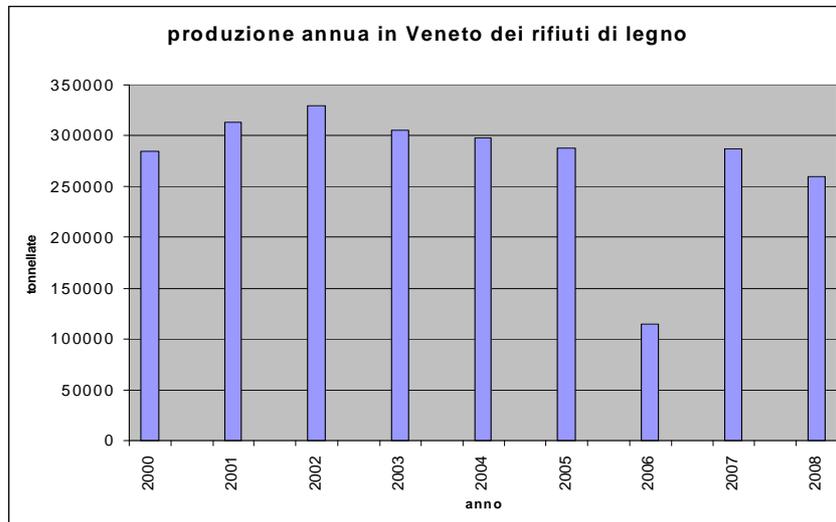


GRAFICO B: - Stima della produzione di rifiuti di legno nel 2006 dai dati di gestione

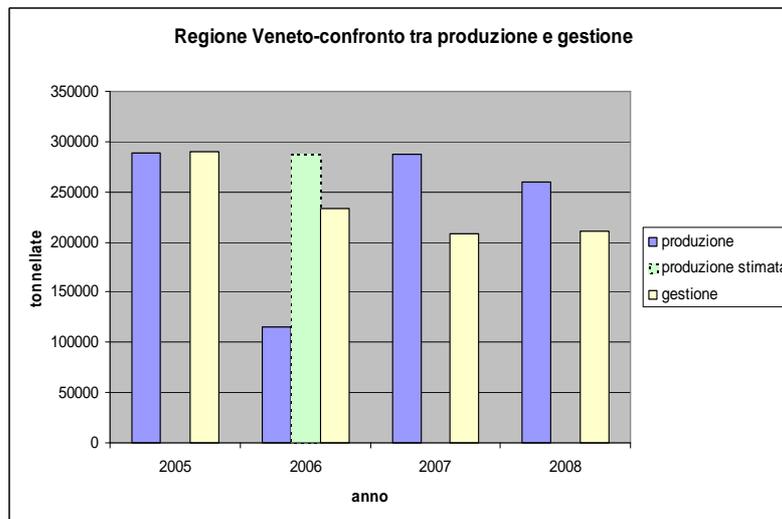


GRAFICO C - Numero di ditte operanti nel settore del legno-arredo, suddivise per provincia

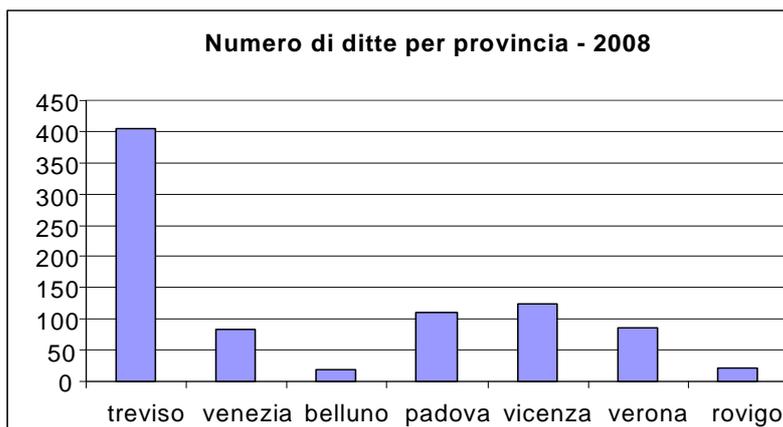


GRAFICO D - Ripartizione per provincia dei primi 20 stabilimenti, sulla base della produzione di scarti nel 2008

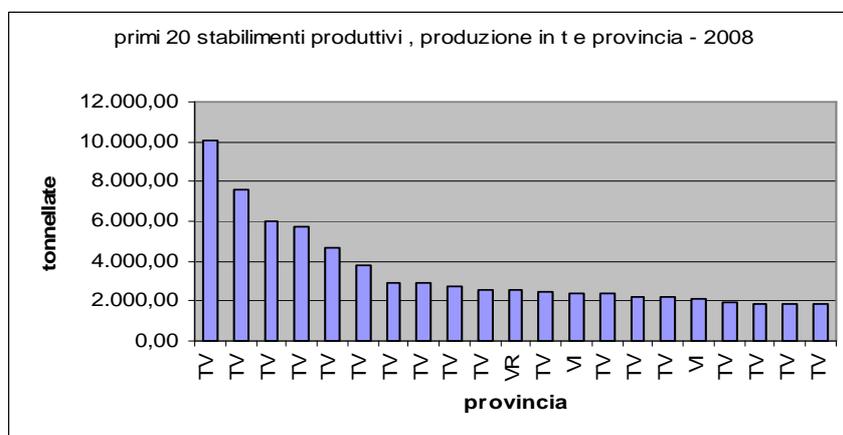


GRAFICO E - Ripartizione per provincia della produzione di scarti legnosi nel 2008

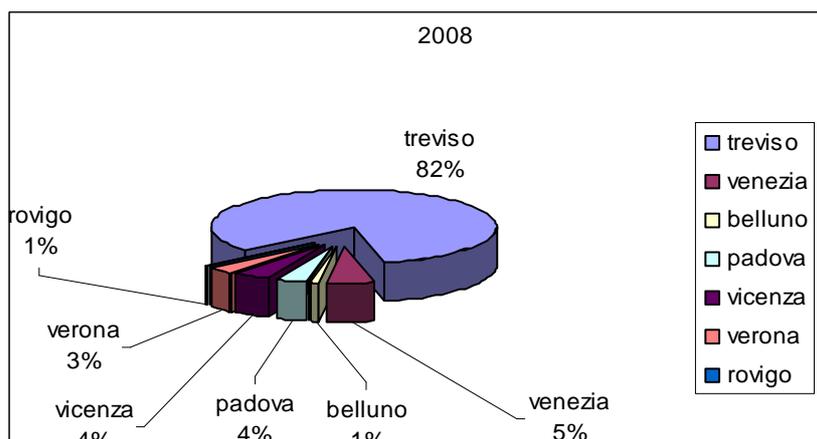


GRAFICO F – Ripartizione percentuale tra attività di recupero e smaltimento degli scarti di legno prodotti in Veneto nel 2008

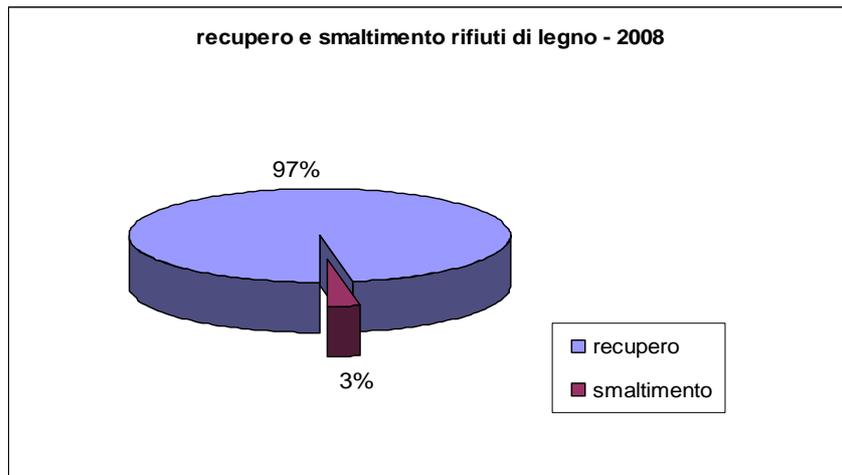
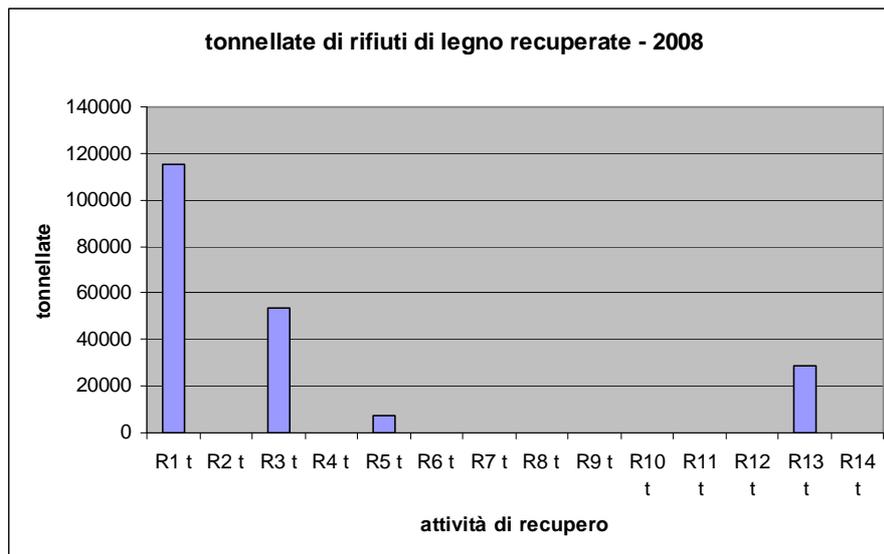


GRAFICO G – Quantificazione delle diverse attività di recupero dei rifiuti di legno in Veneto nel 2008



In tale contesto, sulla base di quanto emerso dalle indagini condotte su un numero significativo di impianti termici scelti a campione, il presente lavoro di approfondimento tecnico-analitico si pone come obiettivi:

- 1) ottenere un effettivo riscontro dei livelli di concentrazione degli inquinanti emessi da unità termiche a legno trattato,
- 2) confrontare tali valori con le emissioni di impianti analoghi alimentati a biomasse vegetali e pertanto non soggetti alla normativa sui rifiuti,
- 3) verificare la congruenza tra i limiti imposti dal contesto normativo attualmente vigente e le performance tecnologicamente raggiungibili dagli impianti di combustione e abbattimento in uso presso le ditte,
- 4) acquisire elementi di valutazione in merito alle modalità gestionali di conduzione e controllo del processo.

## 2 CONTESTO NORMATIVO E LIMITI DI RIFERIMENTO

### COMBUSTIONE DI BIOMASSE

L'**allegato X** alla parte V del D. Lgs n. 152/2006 "Disciplina dei combustibili" individua nella parte I sez.1 i combustibili di cui è consentito l'utilizzo negli impianti di cui al titolo I.

Tra questi, alla lettera n) troviamo le biomasse combustibili individuate nella **parte II sez. 4**.

Nella sezione relativa alle caratteristiche delle biomasse combustibili si fa riferimento, tra l'altro, a:

1. *"materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico, lavaggio con acqua o essiccazione di coltivazioni agricole non dedicate"*;  
*"materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico, lavaggio con acqua o essiccazione di prodotti agricoli"*;
2. *"materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica e dal trattamento con aria, vapore o acqua anche surriscaldata di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondelli di legno vergine, granulati e cascami di legno vergine, granulati e cascami di sughero vergine, tondelli, non contaminati da inquinanti"*.

Al punto 1 bis si precisa : "Salvo il caso in cui i materiali indicati nel paragrafo 1 derivino da processi direttamente destinati alla loro produzione o ricadano nelle esclusioni dal campo di applicazione della parte IV del presente decreto, **la possibilità di utilizzare tali biomasse secondo le disposizioni della parte V è subordinata alla sussistenza dei requisiti previsti per i sottoprodotti dalla precedente parte IV**".

Quindi per poter utilizzare tali biomasse ai sensi della parte V, e non ricadere nell'applicazione della normativa rifiuti, è necessario dimostrare la natura di sottoprodotto del materiale utilizzato.

Il **D. Lgs 3 dicembre 2010 n. 205**, in recepimento della direttiva 2008/98/CE, fornisce all'**art. 184 bis** una nuova definizione di **sottoprodotto**:

*"1. È un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:*

- a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;*
- b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;*
- c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.*

*2. Sulla base delle condizioni previste al comma 1, possono essere adottate misure per stabilire criteri qualitativi o quantitativi da soddisfare affinché specifiche tipologie di sostanze o oggetti siano considerati sottoprodotti e non rifiuti. All'adozione di tali criteri si provvede con uno o più decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, in conformità a quanto previsto dalla disciplina comunitaria."*

**L' art. 185**, come modificato dal D. Lgs. n. 205/2010, esclude ex lege determinati materiali vegetali dal campo di applicazione della normativa rifiuti :

“1. Non rientrano nel campo di applicazione della Parte quarta del presente decreto:

f) le materie fecali, se non contemplate dal comma 2, lettera b), *paglia, sfalci e potature, nonché altro materiale agricolo o forestale naturale non pericoloso utilizzati in agricoltura, nella selvicoltura o per la produzione di energia da tale biomassa mediante processi o metodi che non danneggiano l'ambiente né mettano in pericolo la salute umana*”.

Una nota del Ministero dell'Ambiente, prot. 11338 del 01.03.2011, chiarisce che i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali, non sono esclusi dalla normativa rifiuti, e che l'articolo 185 fa riferimento solo a materiali che provengono da attività agricola e forestale e solo per gli usi che sono descritti.

### **Limiti alle emissioni in atmosfera**

I limiti alle emissioni per le attività che effettuano la combustione di tali materiali vengono individuati nell'allegato I alla parte V del D. Lgs. n. 152/2006, in particolare al punto 1. della parte III (impianti di combustione con potenza termica nominale inferiore ai 50 MW). Sono esclusi gli impianti in cui i prodotti della combustione sono utilizzati prevalentemente per il riscaldamento diretto, l'essiccazione, o qualsiasi altro trattamento degli oggetti o dei materiali, come forni di riscaldamento e forni di trattamento termico.

I valori vengono distinti tra impianti nuovi e anteriori al 2006 autorizzati a partire dal 12 marzo 2002 e impianti anteriori al 1988.

Per la combustione delle biomasse, nell'allegato X, al punto 2 della sez. 4 vengono descritte inoltre le modalità con cui deve essere posta in essere la combustione. Tali condizioni riguardano, a seconda della potenza termica nominale dell'impianto di combustione, l'alimentazione automatica del combustibile, il controllo della combustione, l'installazione di bruciatore pilota, ecc..

Nella tabella che segue sono riepilogate le condizioni di utilizzo, con riferimento alla potenza termica nominale a partire dalla quale tale condizione è richiesta.

<b>Condizione di utilizzo</b>	<b>Potenza termica nominale</b>
a) alimentazione automatica del combustibile	1 MW
b) controllo della combustione, anche nelle fasi di avviamento, tramite la misura e la registrazione in continuo, nella camera di combustione, della temperatura e del tenore di ossigeno, e la regolazione automatica del rapporto aria/combustibile	3 MW
c) installazione del bruciatore pilota a combustibile gassoso o liquido	6 MW
d) misurazione e registrazione in continuo, nell'effluente gassoso, della temperatura e delle concentrazioni di monossido di carbonio, degli ossidi di azoto e del vapore acqueo (la misurazione in continuo del tenore di vapore acqueo può essere omessa se l'effluente gassoso campionato viene essiccato prima dell'analisi)	6 MW
e) misurazione e registrazione in continuo, nell'effluente gassoso, delle concentrazioni di polveri totali e carbonio organico totale	20 MW
f) misurazione con frequenza almeno annuale della concentrazione negli effluenti gassosi delle sostanze per cui sono fissati specifici valori limite di emissione, ove non sia prevista la misurazione in continuo	---

## RECUPERO ENERGETICO DI LEGNO VERGINE

Se la qualificazione data al materiale costituito da legno vergine è invece quella del rifiuto, occorrerà fare riferimento alla parte IV del D. Lgs. n. 152/2006.

Qualora si intenda accedere alle procedure semplificate, troveranno applicazione le norme tecniche del D.M. 05/02/1998, e in particolare, trattandosi di trattamento termico, le norme relative al recupero energetico di rifiuti di legno vergine descritti nella tipologia 4 dell'Allegato 2 suballegato 1.

Il nuovo **art. 214** riproduce il precedente con alcune correzioni.

### **Determinazione delle attività e delle caratteristiche dei rifiuti per l'ammissione alle procedure semplificate**

*“1. Le procedure semplificate di cui al presente capo devono garantire in ogni caso un elevato livello di protezione ambientale e controlli efficaci ai sensi e nel rispetto di quanto disposto dall'articolo 177, comma 4.*

...

*3. Le norme e le condizioni di cui al comma 2 e le procedure semplificate devono garantire che i tipi o le quantità di rifiuti ed i procedimenti e metodi di smaltimento o di recupero siano tali da non costituire un pericolo per la salute dell'uomo e da non recare pregiudizio all'ambiente. In particolare, ferma restando la disciplina del decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133, per accedere alle procedure semplificate, le attività di trattamento termico e di recupero energetico devono, inoltre, rispettare le seguenti condizioni:*

*a) siano utilizzati combustibili da rifiuti urbani oppure rifiuti speciali individuati per frazioni omogenee;*

*b) i limiti di emissione non siano superiori a quelli stabiliti per gli impianti di incenerimento e coincenerimento dei rifiuti dalla normativa vigente, con particolare riferimento al decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133;*

*c) sia garantita la produzione di una quota minima di trasformazione del potere calorifico dei rifiuti in energia utile calcolata su base annuale;*

*d) siano rispettate le condizioni, le norme tecniche e le prescrizioni specifiche di cui agli articoli 215, commi 1 e 2, e 216, commi 1, 2 e 3.*

...

### **D.M. 05/02/1998 : Allegato 2 suballegato 1 “Norme tecniche per l'utilizzazione dei rifiuti non pericolosi come combustibili o altro mezzo per produrre energia”**

**Tipologia 4** : rifiuti della lavorazione del legno vergine e affini non trattati (030101, 030105, 150103, 170201, 200138)

4.1 *Provenienza*: Industria della carta, del sughero e del legno (I a e II a lavorazione, produzione pannelli di particelle, di fibra e compensati, mobili, semilavorati per il mobile, articoli per l'edilizia, pallets ed imballaggi, ecc.).

4.2 *Caratteristiche del rifiuto*: Scarti anche in polvere a base esclusivamente di legno vergine o sughero vergine o componenti di legno vergine.

4.3 *Attività e metodi di recupero*: Il recupero energetico del rifiuto di cui al punto 4 può essere effettuato attraverso la combustione alle seguenti condizioni:

impianti dedicati al recupero energetico di rifiuti o impianti industriali.

Detti impianti dovranno essere provvisti di:

1. bruciatore pilota a combustibile gassoso o liquido (non richiesto nei forni industriali);
2. alimentazione automatica del combustibile;

regolazione automatica del rapporto aria/combustibile anche nelle fasi di avviamento (non richiesto nei forni industriali);

controllo in continuo del monossido di carbonio, dell'ossigeno e della temperatura nell'effluente gassoso (non obbligatorio per gli impianti di potenza termica nominale inferiore a 1 MW).

Negli impianti oltre i 6 MWt controllo in continuo anche degli ossidi di azoto e altri inquinanti di cui al suballegato 2, paragrafo 1, lettera a) ad esclusione del fluoruro di idrogeno. Per le emissioni devono essere rispettati i valori limite di emissione fissati nel suballegato 2 del presente allegato e i seguenti limiti con un tenore di ossigeno nei fumi anidri dell'11% in volume:

- NO<sub>x</sub> (come valore medio giornaliero): 200 mg/Nm<sup>3</sup>

NO<sub>x</sub> (come valore medio orario) ove non previsto il controllo in continuo: 400 mg/Nm<sup>3</sup>

Per gli impianti di potenza termica nominale inferiore a 1 MW il limite di emissione delle polveri è di 50 mg/Nm<sup>3</sup>, e il limite di emissione di CO è di 100 mg/Nm<sup>3</sup> come media giornaliera.

Nel caso di impiego simultaneo in impianti industriali con combustibili autorizzati, il calore prodotto dal rifiuto non deve eccedere il 60% del calore totale prodotto dall'impianto in qualsiasi fase di funzionamento; i valori limite di emissione da applicare all'impianto devono essere come indicato alla suballegato 3 del presente allegato.

### **Limiti alle emissioni in atmosfera**

I valori limite di emissione sono indicati per la specifica tipologia (NO<sub>x</sub>) nell'Allegato 2 Suballegato 1 e nell'Allegato 2 Suballegato 2 dalla norma tecnica di cui al D.M. 05/02/1998.

Il suballegato 3 fa riferimento alla determinazione di valori limite di emissione nel caso di combustione mista di rifiuti e combustibili autorizzati.

## **RECUPERO ENERGETICO DI LEGNO TRATTATO**

Per il materiale costituito da legno che ha subito processi di trattamento, vale senz'altro l'esclusione dal regime dei combustibili definiti dall'Allegato X alla Parte V.

In questi casi ci si trova pertanto in presenza di rifiuti il cui recupero energetico deve essere autorizzato. In questo senso si rimanda a quanto già detto con riferimento alle procedure entro le quali può ricadere il trattamento di questo rifiuto non pericoloso.

### **DM 05/02/1998 : Allegato 2 suballegato 1 “Norme tecniche per l'utilizzazione dei rifiuti non pericolosi come combustibili o altro mezzo per produrre energia”**

**Tipologia 6** : rifiuti della lavorazione del legno e affini trattati ( 030105, 200138 )

6.1 *Provenienza*: Industria del legno (I a e II a lavorazione, produzione pannelli di particelle, di fibra e compensati, mobili, semilavorati per il mobile, articoli per l'edilizia, ecc.)

6.2 *Caratteristiche del rifiuto*: Scarti e agglomerati anche in polvere a base esclusivamente legnosa e vegetale contenenti un massimo di resine fenoliche dell'1% e privi di impregnanti a base di olio di catrame o sali CCA, aventi inoltre le seguenti caratteristiche:

- un contenuto massimo di resine urea-formaldeide o melamina-formaldeide o urea-melamina-formaldeide del 20% (come massa secca/massa secca di pannello);
- un contenuto massimo di resina a base di difenilmetandiisocianato dell'8% (come massa secca/massa secca di pannello);
- un contenuto massimo di Cloro dello 0,9% in massa
- un contenuto massimo di additivi (solfato di ammonio, urea esametilentetrammina) del 10% (come massa secca/massa secca di resina).

6.3 *Attività e metodi di recupero*: Il recupero energetico del rifiuto di cui al punto 6 può essere effettuato attraverso la combustione alle seguenti condizioni: impianti dedicati al recupero energetico di rifiuti o impianti industriali di potenza termica nominale non inferiore a 1 MW.

Detti impianti devono essere provvisti di:

- bruciatore pilota a combustibile gassoso o liquido (non richiesto nei forni industriali);
- alimentazione automatica del combustibile;
- regolazione automatica del rapporto aria/combustibile anche nelle fasi di avviamento (non richiesto nei forni industriali);
- controllo in continuo del monossido di carbonio, dell'ossigeno e della temperatura nell'effluente gassoso.
- negli impianti oltre i 6 MWt, controllo in continuo degli ossidi di azoto e degli altri inquinanti di cui al suballegato 2, paragrafo 1, lettera a).

Devono inoltre rispettare i seguenti valori limite alle emissioni riferiti ad un tenore di ossigeno dei fumi anidri dell'11% in volume:

- NO<sub>x</sub> (come valore medio giornaliero): 200 mg/Nm<sup>3</sup>

NO<sub>x</sub> (come valore medio orario) ove non previsto il controllo in continuo: 400 mg/Nm<sup>3</sup>

- PCDD+PCDF (come diossina equivalente) (come valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 8 ore): 0,1 ng/Nm<sup>3</sup>

Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.) (come valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 8 ore) : 0,01 mg/Nm<sup>3</sup>

- per gli altri inquinanti si applicano i valori limite di emissione fissati nel suballegato 2 del presente allegato.

Nel caso di impiego simultaneo in impianti industriali con combustibili autorizzati, il calore prodotto dal rifiuto non deve eccedere il 60% del calore totale prodotto dall'impianto in qualsiasi fase di funzionamento; i valori limite di emissione da applicare all'impianto devono essere calcolati come indicato alla suballegato 3 del presente allegato.

Qualora il materiale costituito da legno trattato possa contenere composti organo alogenati o metalli pesanti, troverà applicazione la normativa in materia di coincenerimento e di incenerimento, il D.Lgs. n. 133/2005.L'assenza di tali elementi deve essere supportata da una procedura di verifica del processo lavorativo che genera il rifiuto.

Se inoltre si giunge a determinare la presenza di componenti in misura tale che il rifiuto sia da considerarsi pericoloso, non sarà più possibile ricorrere alla procedura semplificata, e come si è detto, dovrà trovare applicazione il D. Lgs. n. 133/2005.

## **Limiti alle emissioni in atmosfera**

La norma tecnica che trova applicazione è quella riferita alla tipologia 6 dell'Allegato 2 suballegato 1 del decreto ministeriale D.M. 05/02/1998 e quanto riportato nell'Allegato 2 Suballegato 2.

## **INCENERIMENTO E COINCENERIMENTO DI RIFIUTI**

Il D. Lgs. n. 133/2005 “**Attuazione della direttiva in materia di incenerimento**”, con riferimento agli impianti di incenerimento e coincenerimento di rifiuti, ne disciplina i valori limite alle emissioni, i metodi di campionamento, di analisi e valutazione degli inquinanti, i criteri e le norme tecniche relative alle caratteristiche costruttive e funzionali, e le condizioni di esercizio.

All'art. 3 comma 1 lett. a) punto 4) il decreto esclude dal proprio campo di applicazione i rifiuti di legno ad eccezione di quelli che possono contenere composti organici alogenati o metalli pesanti o quelli classificati come pericolosi ai sensi dell'art. 2 comma 1 lett b), a seguito di un trattamento protettivo o di rivestimento.

La circolare esplicativa della Provincia di Treviso del 05/07/2006 prot. n. 45014 e della nota n. 1560 del 02/03/2006 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ha previsto che per poter beneficiare della succitata esclusione è necessario dimostrare che la materia prima a base legno non venga sottoposta, all'interno del processo produttivo che ha luogo presso la Ditta, a trattamenti protettivi o di rivestimento (quali ad esempio : bordatura, impiallacciatura, verniciatura) tali da conferire al rifiuto da essa generato le caratteristiche che lo farebbero rientrare nel campo di applicazione del D. Lgs. n. 133/2005 (rifiuto di legno trattato che contiene composti organici alogenati o metalli pesanti o che sia classificato come pericoloso ai sensi dell'art. 2, comma 1, lettera b) del D.Lgs. n. 133/2005).

## **Limiti alle emissioni in atmosfera**

Il D. Lgs. n. 133/2005 si applica sia agli impianti di incenerimento (definiti come qualsiasi unità e attrezzatura tecnica destinata al trattamento termico dei rifiuti ai fini dello smaltimento), che agli impianti di coincenerimento (definiti come gli impianti la cui funzione principale consiste nella produzione di energia o di materiali e che utilizza rifiuti come combustibile).

Ai sensi dell'art. 9 del D. Lgs. n. 133/2005, i limiti alle emissioni in atmosfera che tali impianti devono rispettare sono riportati all'Allegato 1 per gli impianti di incenerimento e all'Allegato 2 per gli impianti di coincenerimento.

Al comma 3 dello stesso art. 9, si precisa che “*qualora il calore liberato dal coincenerimento di rifiuti pericolosi sia superiore al 40 per cento del calore totale liberato nell'impianto, i valori limite di emissione sono quelli fissati al paragrafo A dell'Allegato 1*”.

Mentre l'Allegato 1 riporta valori limite specifici, espressi come media giornaliera, semioraria, oraria o riferita ad un periodo di campionamento di 8 ore, l'Allegato 2 fa riferimento ad una formula di miscelazione che tiene conto del contributo derivante dalla combustione del rifiuto e di quello derivante dalla combustione di altro materiale.

Nella tabella n.1 seguente sono riportati i valori limite alle emissioni, così come individuati dalle diverse norme di riferimento, nel caso di combustione di biomasse, nel caso di recupero di rifiuti di legno non trattato o di legno trattato e nell'ipotesi di incenerimento di rifiuti.

Parametro	Limiti alle emissioni in atmosfera, espressi in mg/Nm <sup>3</sup>			
	Combustione di biomasse [rif. Allegato I Parte V D. Lgs. n. 152/2006]	Recupero di rifiuti di legno non trattato [All. 2 D.M. 05/02/1998 Tip. N. 4]	Recupero di rifiuti di legno trattato [All. 2 D.M. 05/02/1998 Tip. N. 6]	Incenerimento di rifiuti [D. Lgs. n. 133/2005]
Tenore di ossigeno di riferimento	11% v/v	11% v/v	11% v/v	11% v/v
Polveri totali	100 (>0,15 ÷ ≤3 MW)	50* (<1MW)	30 <sup>#</sup> /10*	30 <sup>#</sup> /10*
	30 (>3 ÷ <50 MW)	30 <sup>#</sup> /10* (≥1MW)		
Carbonio organico totale (COT)	30 (>6 ÷ ≤20 MW)	20 <sup>#</sup> /10*	20 <sup>#</sup> /10*	20 <sup>#</sup> /10*
	20/10* (>20 ÷ <50 MW)			
Monossido di carbonio (CO)	350 (>0,15 ÷ ≤3 MW)	100* (<1MW)	100 <sup>#</sup> /50*	100 <sup>#</sup> /50*
	300 (>3 ÷ ≤6 MW)			
	250/150* (>6 ÷ ≤20 MW)	100 <sup>#</sup> /50* (≥1MW)		
	200/100* (>20 ÷ <50 MW)			
Ossidi di azoto (Nox), espressi come biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	500 (>0,15 ÷ ≤6 MW)	400/200*	400/200*	400 <sup>#</sup> /200*
	400/300* (>6 ÷ ≤20 MW)			
	400/200* (>20 ÷ <50 MW)			
Ossidi di zolfo (S <sub>ox</sub> ), espressi come biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	200	200 <sup>#</sup> /50*	200 <sup>#</sup> /50*	200 <sup>#</sup> /50*
Cloruro di idrogeno (HCl)		60 <sup>#</sup> /10*	60 <sup>#</sup> /10*	60 <sup>#</sup> /10*
Fluoruro di idrogeno (HF)		4 <sup>#</sup> /1*	4 <sup>#</sup> /1*	4 <sup>#</sup> /1*
Cadmio e suoi composti + tallio e suoi composti		0,05	0,05	0,05
Mercurio e suoi composti		0,05	0,05	0,05
Antimonio, arsenico, piombo, cromo, cobalto, rame, manganese, nichel, vanadio, stagno e loro composti		0,5	0,5	0,5
PCDD+PCDF, espressi come diossina equivalente (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 8 h)			0,1 ng/Nm <sup>3</sup>	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>
Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A) (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 8 h)			0,01	0,01

\* valori medi giornalieri # valori medi su 30 min.

TABELLA 1 – valori limite di emissione

### 3 IMPIANTI TERMICI A SCARTI DI LEGNO

#### 3.1 CENNI DI TECNOLOGIA DEL PROCESSO DI COMBUSTIONE

Gli scarti legnosi possono essere convertiti in energia attraverso processi termochimici e/o biochimici, i primi particolarmente indicati per le biomasse legnose come gli scarti industriali della lavorazione del legno. Tra i processi termochimici di conversione si ricordano i seguenti:

1. *Combustione diretta* - Consiste nel bruciare la biomassa in presenza di aria, avviando il processo con un apporto esterno di calore. La combustione diretta viene attuata in apparecchiature (caldaie) in cui avviene anche lo scambio di calore tra i gas di combustione e i fluidi di processo (acqua, olio diatermico, ecc.). La combustione di residui legnosi può essere attuata con buoni rendimenti se si utilizzano come combustibili sostanze ricche di cellulosa e lignina e con contenuti di acqua inferiori al 35%.

2. *Carbonizzazione* - Consente la trasformazione di materiale legno-cellulosico, per azione di calore, in carbone (carbone di legna o carbone vegetale), mediante l'eliminazione dell'acqua e delle sostanze volatili;

3. *Gassificazione* - Processo in cui il materiale legno-cellulosico è convertito in un gas a basso o medio potere calorifico inferiore, tramite la vaporizzazione dei componenti più volatili;

4. *Pirolisi* - Decomposizione di materiali organici, per mezzo di calore e in completa assenza di ossigeno, in prodotti gassosi, liquidi e solidi.

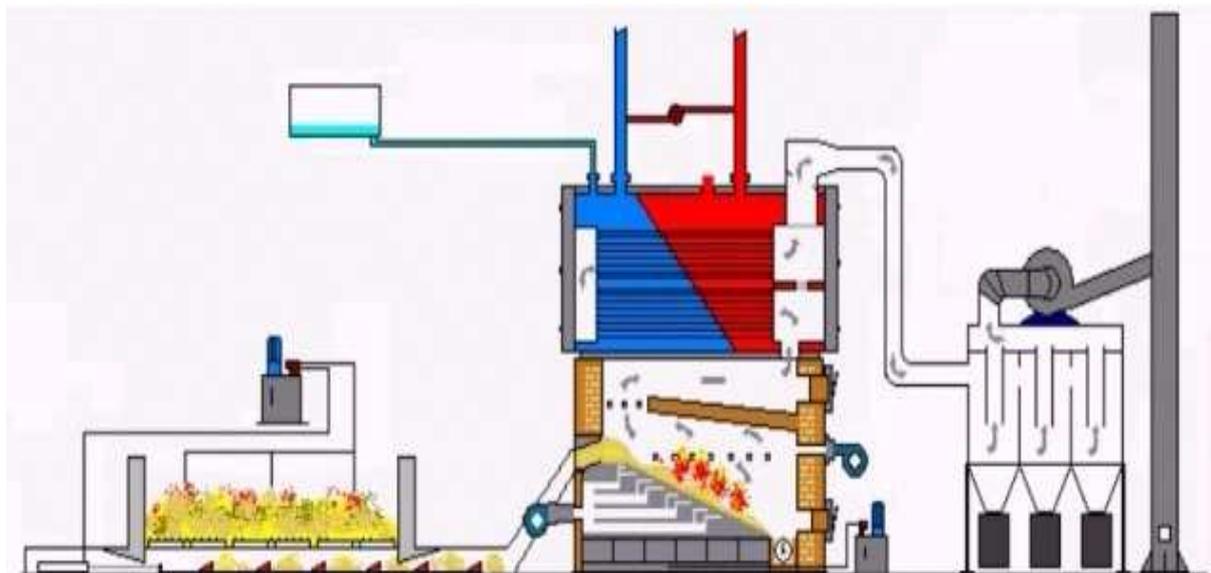
Nel gruppo di aziende oggetto di studio, la tecnologia utilizzata per il recupero di energia dagli scarti di lavorazione del legno è quella basata sulla combustione diretta, che sfrutta diverse soluzioni tecnologiche per la realizzazione del focolare.

Un impianto a combustione diretta può essere generalmente schematizzato nei seguenti componenti:

- sistema di stoccaggio del combustibile
- sistema di alimentazione del combustibile
- sistema di alimentazione del comburente
- camera di combustione
- sistema di estrazione delle ceneri
- sistema di recupero del calore
- sistema di abbattimento di polveri e fumi
- sistema di abbattimento dei componenti gassosi (eventuale)
- sistema di controllo delle emissioni in continuo (eventuale)

Di seguito si riporta la raffigurazione schematica di un tipico impianto di combustione alimentato a biomasse legnose.

FIGURA 1 – Schema tipico di un impianto di combustione alimentato a scarti legnosi



[tratto da Tecnoair Srl, Casale sul Sile]

### SISTEMA DI STOCCAGGIO/ALIMENTAZIONE

I sistemi di estrazione del materiale possono utilizzare rastrelli interni, se il combustibile è particolarmente umido, spingitoli e coclee.

Se il combustibile è stoccato in silos, viene prelevato e trasportato ad una tramoggia di alimentazione della caldaia, con un sistema che comprende:

- ✓ un nastro trasportatore,
- ✓ un sistema per la dosatura del materiale,
- ✓ un sistema elevatore a coclea.

Nelle caldaie di ridotta potenzialità le coclee hanno piccole dimensioni, determinando la possibilità che materiali di grandi dimensioni e filamentosi o, comunque, contenenti corpi estranei quali fili di ferro, pezzi di corda, stoffe, si attorciglino attorno alle parti in movimento e ne provochino il blocco.

Questo viene evitato invece nelle grandi caldaie dove le coclee di alimentazione sono molto grandi oppure vengono sostituite da spintori o nastri trasportatori di dimensioni considerevoli.

Tale problema non si pone usualmente negli impianti alimentati a scarti legnosi di origine industriale in quanto il materiale presenta normalmente un elevato grado di omogeneità e un ridotto contenuto di umidità.

Le caldaie ad alimentazione automatica possono essere sotto- o sovra-alimentate, in quanto il combustibile legnoso può giungere nella camera di combustione dal basso o dall'alto.

### *CAMERA DI COMBUSTIONE*

Si possono distinguere vari tipi di camere di combustione, come ad esempio:

- ✓ in sospensione
- ✓ a tamburo rotante
- ✓ a doppio stadio
- ✓ a letto fluido
- ✓ a griglia (fissa o mobile).

La combustione in sospensione è indicata nel caso di utilizzo di biomasse leggere e polverulente quali lolla di riso, segatura o paglia, che vengono inserite nella parte superiore del combustore e bruciano durante la caduta sulla griglia sottostante.

La soluzione a tamburo rotante viene utilizzata per combustibili con scarse caratteristiche termo-fisiche, in quanto il rimescolamento della biomassa dovuto alla rotazione del tamburo migliora la combustione facendola avvenire in maniera più completa.

Nella tecnologia a doppio stadio si effettua preliminarmente la gassificazione e la pirolisi, mentre la completa combustione dei prodotti gassificati avviene in una seconda camera separata.

Con il sistema a letto fluido possono essere trattati materiali come ligniti, torbe, RSU e fanghi, anche in presenza di un forte tenore di umidità.

La camera di combustione è parzialmente riempita con un materiale inerte fluidificato dall'aria comburente in modo da costituire un letto bollente che viene recuperato e reimpresso in circolazione nella camera di combustione.

Nella combustione a griglia si possono distinguere sistemi a griglia fissa o a griglia mobile.

Anche se concettualmente simili a quelle impiegate per il carbone, le griglie per la combustione di biomasse sono specifiche, in quanto caratterizzate da un'adeguata pendenza, analogamente a quanto previsto per la combustione dei rifiuti. Esse possono inoltre essere di tipo fisso o mobile; quest'ultime garantiscono migliori condizioni di combustione.

Le caldaie a griglia fissa sono generalmente di media e piccola potenza: esse possono essere alimentate solo tramite materiale secco e caratterizzato da una pezzatura piccola e omogenea. Il contenuto idrico non può superare il 30-35%, in quanto in presenza di materiale umido possono andare incontro a malfunzionamenti più o meno significativi, fino allo spegnimento. Questi sistemi sono inoltre adatti alla combustione di biomasse con un basso contenuto in ceneri.

Le caldaie a griglia mobile sono utilizzate soprattutto per la maggiore facilità di rimescolamento del combustibile e rimozione delle ceneri. Sono in grado di bruciare sia materiale secco che molto umido, anche caratterizzato da una pezzatura che può essere anche grossolana e disomogenea.

Il funzionamento si basa sul movimento delle sezioni della griglia, costituite in barre in lega di acciaio, le quali determinano lo spostamento della biomassa lungo la griglia stessa e quindi il progressivo essiccamento, sino alla completa combustione; le ceneri vengono rimosse automaticamente dal movimento della griglia per un efficace controllo dello spessore del letto anche in condizioni di rammolimento e parziale fusione delle ceneri.

### *REGOLAZIONE DELLA COMBUSTIONE*

La regolazione riguarda sia la potenza erogata, sia la correttezza dei parametri di combustione. Le caldaie sono dotate di dispositivi di ottimizzazione elettronica della combustione e di regolazione basati sulla misura dell'O<sub>2</sub> residuo nei fumi.

La regolazione mediante sonde specifiche corregge l'apporto di combustibile e di comburente, permettendo quindi una combustione ottimale anche in presenza di biomassa di qualità diversa. L'uso di ventilatori di fumi a frequenza regolata riduce inoltre il consumo di corrente elettrica e garantisce una depressione costante del focolare.

Sviluppi nella regolazione della combustione permettono anche di influire sulla concentrazione di CO ottenendo un funzionamento più regolare e costante dell'unità termica.

### *RECUPERO CALORE*

Le caldaie a biomassa industriali sono caratterizzate da una elevata superficie degli scambiatori, per garantire un adeguato recupero energetico e per abbassare la temperatura dei fumi di scarico da depurare. Il calore sviluppato dal processo di combustione può essere recuperato in modo diretto tramite le pareti del dispositivo o in modo indiretto per mezzo di un fluido termovettore.

Durante la combustione di assortimenti legnosi molto umidi i gas che ne derivano contengono ancora una considerevole quantità di energia, sotto forma di vapore. Quando la temperatura di ritorno dell'acqua dall'utenza sia a bassa temperatura ( $T < 45^{\circ}\text{C}$ ) è possibile condensare parzialmente il vapor d'acqua contenuto nei fumi, con un aumento del rendimento ed una riduzione delle polveri nei fumi.

### *ESTRAZIONE DELLE CENERI*

La quantità di ceneri dipende dalla tipologia di biomassa, ad esempio il legno di faggio produce lo 0,2% di cenere, mentre la corteccia di frassino ne produce il 7%.

Negli impianti di riscaldamento senza la griglia mobile in caso di quantità di cenere superiore al 1% esistono problemi di rimozione delle ceneri prodotte. I sistemi di estrazione delle ceneri comprendono sia l'abbattimento del particolato dai fumi, sia l'estrazione vera e propria dalla camera di combustione. Per allontanare le ceneri si adottano sistemi manuali (per piccoli impianti) o automatici (per impianti medio-grandi, fra i quali si ricordano i sistemi di estrazione a coclea e quelli pneumatici).

FOTO 1 – Stoccaggio degli scarti legnosi in cumulo (cippato) e in silos



FOTO 2 – Sistema di trasporto e alimentazione del combustibile



FOTO 3 – Sistema di alimentazione e regolazione dell'aria comburente



FOTO 4 – Bruciatore pilota



### **3.2 PRINCIPALI SISTEMI DI ABBATTIMENTO DEI FUMI DI COMBUSTIONE**

Negli impianti termici della tipologia esaminata nel presente lavoro, il rispetto dei limiti di legge impone l'adozione di idonee tecnologie di abbattimento degli inquinanti prodotti nel processo di combustione con particolare riferimento al materiale particolato contenuto nei fumi. Accanto ai sistemi di depolverazione, in qualche caso possono essere presenti sezioni dedicate al contenimento degli ossidi di azoto emessi mentre, relativamente al CO, si opera esclusivamente mediante la regolazione delle condizioni in camera di combustione e quindi, principalmente, dei flussi di aria primaria e/o secondaria rispetto al combustibile alimentato.

Di seguito si riporta una breve presentazione delle tecnologie di abbattimento usualmente installate nelle unità termiche dedicate al recupero energetico da scarti legnosi.

#### **ABBATTIMENTO FUMI E POLVERI**

A seguito della combustione, parte della cenere rimane sulla griglia mentre una parte quantitativamente non trascurabile viene trascinato dai gas di combustione; le polveri più fini si formano, per la maggior parte, successivamente per effetto di reazioni chimiche. Le ceneri volanti grossolane sono caratterizzate da diametro 200-500  $\mu\text{m}$ , con composizione chimica simile a quella delle ceneri del letto. L'aerosol fine è generato dalla condensazione delle specie inorganiche, essenzialmente metalli alcalini ed alcuni composti di metalli pesanti, che possono anche condensare sulla superficie delle particelle grossolane.

I principali sistemi dedicati all'abbattimento delle polveri sono:

- ✓ cicloni,
- ✓ elettrofiltri (o precipitatori elettrostatici),
- ✓ filtri a maniche.

Nei depolveratori a ciclone le particelle vengono dirette per effetto inerziale verso le pareti dove si agglomerano e vengono a cadere nella tramoggia posta alla base del ciclone. Si tende a realizzare delle batterie formate da più cicloni posti in parallelo o gruppi di cicloni posti in serie. Questa tecnologia non consente di captare particelle di diametro inferiore ai 5-10 micron, lasciando così passare la maggior parte dei metalli pesanti condensati sulle particelle di diametro inferiore.

Gli elettrofiltri sono sistemi di depurazione che permettono la separazione di particolato, sia solido che liquido, dal flusso di gas. Il sistema realizza la separazione delle particelle contaminanti sfruttando la differenza di potenziale indotta tra due elettrodi, attraverso i quali viene fatto fluire il gas contaminato. Il flusso di gas viene ionizzato e gli ioni tendendo a spostarsi verso gli elettrodi di raccolta, entrano in collisione con le particelle in sospensione cedendo loro una carica elettrica. Le polveri cariche vengono quindi attratte verso gli elettrodi dove sono trattenute e successivamente rimosse.

Il sistema a filtri elettrostatici è costituito principalmente da:

- ✓ gruppo di alimentazione, per generale i livelli di tensione richiesti (dai 30 ai 100kV), costituito da un trasformatore e da un raddrizzatore;

- ✓ elettrodi di raccolta, a forma di piastre o tubolari;
- ✓ elettrodi di scarica o di emissione, posizionati parallelamente a quelli di raccolta, generalmente a sezione circolare, quadrata o a stella;
- ✓ un dispositivo per la pulizia periodica degli elettrodi di raccolta, che può essere a secco o ad umido;
- ✓ strutture di alloggiamento degli elettrodi e di distribuzione dei flussi di gas in ingresso e uscita;
- ✓ contenitori per la raccolta delle polveri (o dei fanghi nel caso del sistema ad umido).

I filtri elettrostatici sono caratterizzati da una elevata efficienza di depolverazione (anche superiore al 90%) che risulta tuttavia influenzata dalla granulometria e resistività delle particelle e dalla possibilità di recuperare i contaminanti in fase solida. Limiti all'impiego di questa tecnologia sono rappresentati dal costo rilevante, sia da un punto di vista dell'installazione che della gestione, e dagli ingombri non trascurabili determinati dalla necessità di impiegare più sezioni di trattamento per realizzare flussi d'aria con velocità contenute (non superiori a 1,5 m/sec).

I filtri a maniche sono costituiti da un tessuto tubolare sostenuto da un cestello portante interno metallico. Il grado di separazione è influenzato dallo spessore dello strato filtrante, dal diametro delle fibre, dalle dimensioni e dalla velocità delle particelle. I vantaggi di questo tipo di impianto sono un'alta efficienza di captazione associata a bassi costi di installazione, mentre gli svantaggi sono una manutenzione con scadenze precise e la non idoneità per fumi caldi e/o umidi. La resa maggiore di questo sistema si ha per basse concentrazioni di polveri, pertanto è pratica comune installare un ciclone a monte del filtro a maniche.

Per poter mantenere la concentrazione delle polveri a valori inferiori a  $30 \text{ mg/Nm}^3$ , così come attualmente previsto per impianti dedicati al recupero energetico che operano in procedura semplificata, tale sistema di abbattimento risulta quello più diffusamente utilizzato avendo l'accortezza che i fumi che attraversano il materiale filtrante siano secchi o, comunque, a una temperatura tale che l'acqua presente sia allo stato gassoso. L'esigenza di ottenere alte efficienze di filtrazione anche sulle granulometrie più fini, contenendo lo spreco di energia dovuto alle perdite di carico attraverso il mezzo filtrante, ha portato allo sviluppo dei moderni feltri, adatti a trattenere polveri di granulometrie inferiori a  $2,5 \mu\text{m}$ .

La scelta del mezzo filtrante più adatto viene effettuata in funzione delle caratteristiche del gas da trattare e dei limiti di emissione da rispettare, oltre che dalla perdita di carico prevista e del sistema di pulizia disponibile. E' possibile variare la composizione del feltro, il peso, le caratteristiche tessili e la finitura superficiale per ottenere la permeabilità, il grado di filtrazione e la facilità di pulizia desiderate..

Per esigenze particolari, si possono inoltre adottare altri sistemi di filtrazione, da quelli elettrostatici a quelli ad umido, alla condensazione. Il limite di tali applicazioni risiede principalmente nel loro costo che le rende convenienti solo per grandi impianti, dove la spesa viene ammortizzata in un tempo minore.

E' da considerare che una bassa concentrazione di polveri in uscita dal camino significa riduzione di altri inquinanti quali PCDD, PCDF, IPA e metalli; questi si trovano, infatti, per la

maggior parte associati al materiale particolato per cui un'efficace abbattimento delle polveri è il primo passo per una riduzione significativa dei microinquinanti.

#### *ABBATTIMENTO DEGLI OSSIDI DI AZOTO*

Considerato che le diverse qualità di combustibile legnoso hanno quantità differenti di azoto, durante la combustione vengono inevitabilmente prodotte piccole quantità di ossido di azoto.

L'abbattimento degli  $\text{NO}_x$  avviene, normalmente, mediante opportuni interventi di introduzione differenziata dell'aria di combustione. Con tale sistema i valori di  $\text{NO}_x$  possono essere ridotti del 40-80%, a seconda del tipo di combustibile. Un diverso sistema di abbattimento consiste nell'iniezione di urea (o ammoniaca), in modo automatico o manuale, direttamente in camera di combustione (primaria o secondaria). Se il secondo metodo appare un pò "artigianale", particolare attenzione è da porre al sistema automatico in cui il dosaggio dell'urea o dell'ammoniaca avviene in modo proporzionale alla concentrazione di ossidi di azoto rilevata a camino tramite il sistema di monitoraggio in continuo.

FOTO 5 – Cicloni separatori



FOTO 6 – Depolverazione mediante elettrofiltro

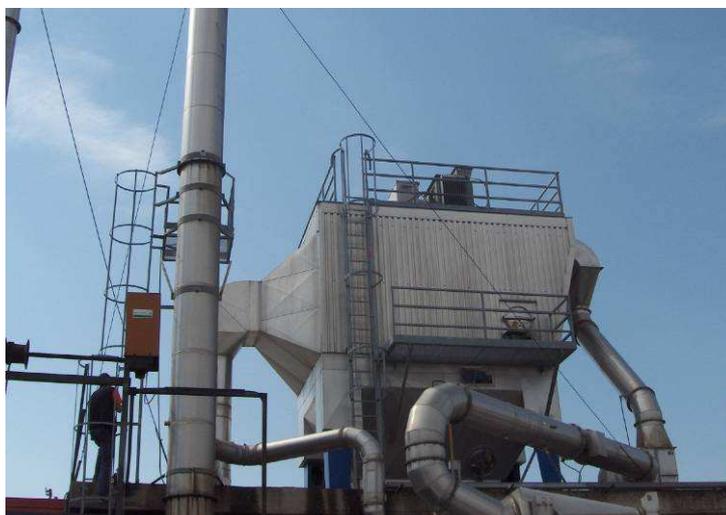


FOTO 7 – Depolverazione mediante filtro a maniche e recupero ceneri leggere



### **3.3 SISTEMI DI CONTROLLO IN CONTINUO**

Il punto 6.3 dell'Allegato 2 – Suballegato 1 al D.M. 05/02/1998 stabilisce che gli impianti dedicati al recupero energetico di rifiuti con potenzialità superiore a 1 MW devono essere provvisti di controllo in continuo del monossido di carbonio, dell'ossigeno e della temperatura dell'effluente gassoso. Per impianti con potenzialità superiore a 6 MW è richiesto il controllo in continuo anche degli ossidi di azoto, delle polveri totali, delle sostanze organiche, dell'acido cloridrico, dell'acido fluoridrico e del biossido di zolfo.

Tutte le ditte interessate al presente lavoro hanno unità termiche con potenzialità inferiori a 6 MW per cui il controllo in continuo è limitato ai tre parametri prima esposti.

I sistemi di monitoraggio in continuo delle emissioni (SME) si dividono in:

- ✓ sistemi di misura estrattivi in cui il campione viene estratto dal flusso gassoso nel condotto e inviato all'analizzatore;
- ✓ sistemi di misura non estrattivi o *in situ* in cui la misura della concentrazione dell'inquinante è eseguita direttamente sul flusso gassoso all'interno del condotto.

oppure in

- ✓ sistemi a misura diretta nel caso lo strumento misuri la concentrazione dell'analita;
- ✓ sistemi a misura indiretta quando lo strumento misura una grandezza da correlare con la concentrazione.

L'allegato VI alla parte V del D. Lgs. 152/06 prevede, al punto 3.5, che *“la sezione di campionamento deve essere posizionata secondo la norma UNI 10169 ....”* e che la stessa *“deve essere resa accessibile e agibile, con le necessarie condizioni di sicurezza, per le operazioni di rilevazione.”* Lo stesso allegato VI fornisce alcune disposizioni per la taratura e le verifiche cui i sistemi di monitoraggio in continuo devono essere sottoposti.

Gli strumenti di rilevazione in continuo devono essere tarati e verificati con frequenze regolari e sottoposti a manutenzione secondo quanto previsto dal costruttore/installatore. In particolare è opportuno procedere, per gli strumenti di misura in situ, ad un controllo annuale basato sul confronto dei dati acquisiti in parallelo con metodi di riferimento, mentre per i sistemi estrattivi si procede alla verifica con l'uso di bombole di gas campione a concentrazione certificata.

Per i sistemi di monitoraggio in continuo non è indicata la strumentazione basata sull'uso di celle elettrochimiche classiche ma sistemi di misura funzionanti sul principio del paramagnetismo o cella a ossido di zirconio per la misura dell'ossigeno, dell'infrarosso – N.D.I.R. (per il monossido di carbonio) e della termocoppia di tipo K (per la temperatura).

Per quanto riguarda la linea di prelievo degli strumenti di misura basati sull'estrazione del campione il sistema di filtrazione e la linea di campionamento devono essere riscaldati così come deve essere presente un sistema di deumidificazione del campione.

FOTO 8 – Sonde di misura in continuo per CO e O<sub>2</sub>



### ***3.4 SCHEDE RIEPILOGATIVE DEGLI IMPIANTI TERMICI ANALIZZATI***

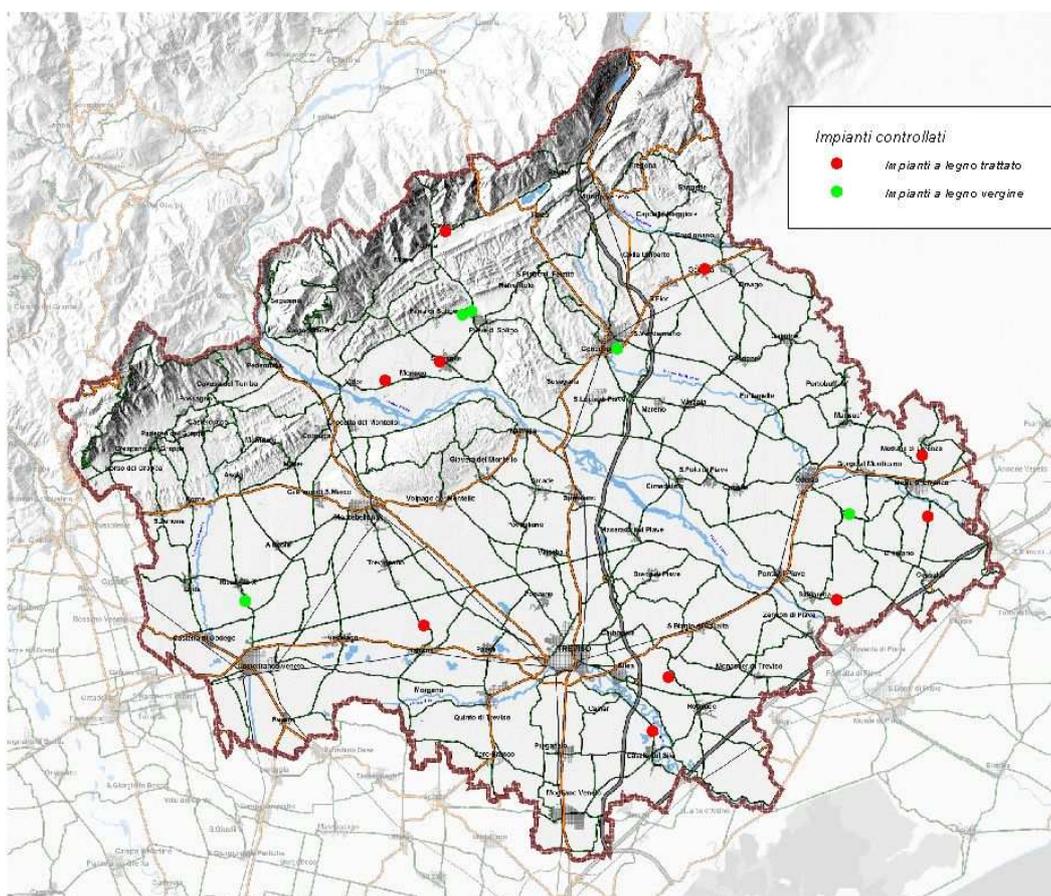
Nei 17 impianti di combustione oggetto dell'indagine dodici vengono alimentati con scarti di lavorazione, giuridicamente definiti " *rifiuti non pericolosi* ", di risulta dalle diverse fasi della produzione del mobile in aziende collocate perlopiù nei due distretti produttivi tra i più rappresentativi dell'economia del territorio : "*Opitergino Mottense*" e "*Quartiere del Piave*" (Figura. 2).

In un caso il controllo ha interessato l'utilizzo in combustione di scarti vegetali, costituiti da farine, di risulta dalle lavorazioni agroalimentari di estrazione dell'olio dai semi di vinacciolo, mais e soia.

In altri cinque impianti il monitoraggio ha riguardato le emissioni prodotte dalla combustione di "biomasse vegetali" costituite essenzialmente da legno non trattato (vergine) prodotto da lavorazioni meccaniche di falegnameria (segherie, prod. cornici e battiscopa...) o da attività silvicolture .

A scopo di confronto sono inoltre stati parzialmente utilizzati i dati analitici relativi ad altri 3 impianti termici alimentati in un caso con scarti vegetali, costituiti da farine, di risulta dalle lavorazioni agroalimentari di estrazione dell'olio di vinacciolo, mais e soia, e negli altri due a olio combustibile, conforme alle caratteristiche definite in Allegato X, Parte II, Sezione 1 alla parte quinta del D.Lgs. 152/2006.

FIGURA 2 – Localizzazione nel territorio provinciale degli impianti presi in esame



## Cicli produttivi e combustibili

### a) Impianti alimentati con legno trattato

Le lavorazioni che generano gli sfridi di legno ed il polverino che alimenta gli impianti di combustione sono sostanzialmente le operazioni di lavorazione meccanica del legno tipicamente svolte per la produzione di mobili finiti o di semilavorati per l'industria del mobile, quali: sezionatura, squadratura, pantografatura, foratura e calibratura, effettuate su pannelli in legno grezzo, M.D.F. (Medium Density Fiber) o nobilitato.

La nobilitazione può essere conseguita con l'utilizzo di carte melaminiche-ureiche, ureiche-acriliche o con l'incollaggio di fogli in PVC, PET, ABS, PS e legno.

L'adesione delle carte e fogli ai supporti legnosi si realizza con collanti poliuretanic, ureico-melaminici, ureici, catalizzati con solfato o cloruro o fosfato d'ammonio e paraffine; in alcune applicazioni vengono utilizzati collanti vinilici e poliuretanic.

I pannelli così nobilitati e/o impiallacciati possono essere anche bordati con materiali legnosi o plastici applicati con collanti vinilici e termofondenti.

Gli scarti prodotti dalla nobilitazione vengono, in alcuni casi, avviati ad un macinatore ed utilizzati in combustione assieme agli scarti prodotti dalle lavorazioni meccaniche.

#### *b) Impianti alimentati con legno non trattato*

Le lavorazioni che generano gli sfridi di legno ed il polverino che alimentano gli impianti di combustione sono essenzialmente riconducibili alle operazioni meccaniche effettuate sui tronchi (scortecciatura, sezionatura, listellatura nelle attività di segheria) o sui semilavorati (secondo lavorazioni) nei processi di produzione di cornici (per quadri e mobili), perline e battiscopa e contenitori per vino (botti).

Al fine di ottenere una maggior omogeneità del materiale inviato a combustione gli sfridi vengono macinati prima di essere inviati a combustione.

In un caso analizzato il materiale inviato a combustione, acquistato in pezzatura di cippato, deriva dall'attività di silvicoltura e potatura alberi ed è costituito da abete, faggio e noce.

Si riporta di seguito il quadro riepilogativo degli impianti sottoposti a verifica con le caratteristiche dimensionali, gestionali ed impiantistiche salienti (Tabella n. 2).

Nella successiva Tabella n.3 vengono riportate le informazioni di dettaglio (la dove disponibili) relative alle caratteristiche dimensionali del sistema di trattamento fumi e degli accorgimenti tecnologici installati per la salvaguardia dei sistemi stessi.

Le schede descrittive per ogni impianto oggetto dell'indagine vengono riportate in Allegato A.3 alla presente relazione.

<b>Impianto</b>	<b>PTN (MW)</b>	<b>Tipologia camera di combustione</b>	<b>Sistema di alimentazione</b>	<b>Tipologia combustibile</b>	<b>Utilizzo</b>	<b>Dispositivi di trattamento delle emissioni</b>	<b>Sistema di misura emissioni</b>
A	3,49	griglia mobile	coclea	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	MC + FM	situ/NDIR
B	5,20	griglia mobile	coclea	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	CS + FM	situ/elettrochimico
C	2,90	griglia mobile	coclea	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	CS + FM	situ/elettrochimico
D	2,30	griglia mobile	coclea	scarti di legno trattato	continuo/civile e tecnologico	MC + PE	situ/NDIR
E	2,38	griglia mobile	coclea	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	MC + FM	situ/NDIR
F	2,96	griglia mobile	coclea	scarti di legno trattato	continuo/civile e tecnologico	CS + FM	situ/NDIR
G	3,50	griglia	coclea	scarti di legno trattato	continuo/civile e tecnologico	CS + FM	situ/elettrochimico
H	3,50	griglia	coclea	scarti di legno trattato	continuo/civile e tecnologico	CS + FM	situ/elettrochimico
I	1,74	-	-	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	MC + FM	situ/elettrochimico
J	3,75	griglia fissa	coclea	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	2 FM in serie	situ/NDIR
K	3,48	griglia fissa	coclea	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	MC + FM	situ/NDIR
L	3,37	griglia mobile	spintore idraulico	scarti di legno trattato	discontinuo/civile e tecnologico	MC + FM	situ/NDIR
M	5,90	griglia mobile	coclea	biomassa legnosa	continuo/tecnologico	2 CS + FM	-
N	1,16	-	-	biomassa legnosa	discontinuo/civile e tecnologico	CS	-
O	1,16	griglia mobile	coclea	biomassa legnosa	discontinuo/civile e tecnologico	MC	-
P	1,64	griglia fissa	coclea	biomassa legnosa	continuo/civile e tecnologico	MC	-
Q	2,98	griglia mobile	spintore idraulico	biomassa legnosa	continuo/tecnologico	MC + FM	-
R	6,00	griglia fissa	coclea	scarti vegetali	continuo/tecnologico	MC + FM	situ/elettrochimico
S	5,80	-	-	olio combustibile	continuo/tecnologico	-	-
T	7,00	-	-	olio combustibile	continuo/tecnologico	-	-

TABELLA 2 – riepilogo impianti di combustione

Nota: MC = mult ciclone, FM = filtro a maniche; CS = ciclone separatore

Impianti di combustione a legno trattato																			
sistema di abbattimento		ciclone	filtro a maniche								elettrofiltro								
impianto di combustione	portata di progetto del filtro (Nm <sup>3</sup> /h)	n. cicloni	tessuto filtrante	grammatura (g/m <sup>2</sup> )	superficie filtrante (m <sup>2</sup> )	rapporto di filtrazione (m/min)	sistema di pulizia	perdita di carico (Pa)	temperatura massima di esercizio (°C)	presenza by-pass	range di attivazione by-pass (°C)	meccanismo di attivazione by-pass	T fumi (°C)	T max di esercizio (°C)	numero elettrodi	numero piastre di abbattimento	velocità gas nel filtro (m/s)	tempo di permanenza gas nel filtro (s)	
A	14.000	Multiciclone con 30 cicloncini	aramidico teflonato	1,41 g/cm <sup>3</sup>	256	0,91	aria compressa in controcorrente	981	280	si	140>T°C>250	automatico	non presente						
B	22.320	1	aramidico teflonato	500	372	1	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	180	si	T°C>180	automatico	non presente						
C	13.680	1	aramidico teflonato	500	228	1	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	180	si	T°C>180	automatico	non presente						
D	11.000	multiciclone	Precipitatore elettrostatico								-	-	-	250	300	108	117	0,49	6,8
E	9.500	multiciclone con 18 cicloncini	aramidico teflonato	450	139	1,1	aria compressa in controcorrente	785	250	si	in funzione della temperatura fumi in ingresso al filtro	automatico	non presente						
F	10.000	2	aramidico Teflonato	non dichiarata	142	1,16	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	200	si	80>T°C>200	automatico	non presente						
G	non dichiarata	1	dati del filtro a maniche installato non dichiarati								non presente								
H	non dichiarata	1	dati del filtro a maniche installato non dichiarati								non presente								
I	8.640	multiciclone	aramidico teflonato	non dichiarata	120	1,2	non dichiarato	non dichiarata	non dichiarata	si	T°C>230	non dichiarato	non presente						
J	12.000	Non presente	Aramidico teflonato	Non dichiarata	192	1	Non dichiarato	Non dichiarata	180	Si	70>T°C>180	Automatico	Non presente						
			Dati del 2° filtro a maniche non dichiarati								Non presente								
K	8.800	multiciclone	aramidico teflonato	non dichiarata	226	0,65	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	240	si	130>T°C>240	automatico	non presente						
L	5.000	multiciclone con 42 cicloncini	tela reps in acciaio inox	non dichiarata	113	0,73	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	non dichiarata	non dichiarata	-	-	non presente						

TABELLA 3 – riepilogo caratteristiche sistemi di abbattimento

Impianti di combustione a biomassa																		
sistema di abbattimento		ciclone	filtro a maniche									elettrofiltro						
impianto di combustione	portata di progetto del filtro (Nm <sup>3</sup> /h)	n. cicloni	tessuto filtrante	grammatura (g/m <sup>2</sup> )	superficie filtrante (m <sup>2</sup> )	rapporto di filtrazione (m/min)	sistema di pulizia	perdita di carico (Pa)	temperatura massima di esercizio (°C)	presenza by-pass	range di attivazione by-pass (°C)	meccanismo di attivazione by-pass	T fumi (°C)	T max di esercizio (°C)	numero elettrodi	numero piastre di abbattimento	velocità gas nel filtro (m/s)	tempo di permanenza gas nel filtro (s)
M	27.000	2	Nomex poliestere	500	256	1,07	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	200	si	T°C>220. Esiste un sistema di raffreddamento del filtro per T°> 220	manuale						non presente
N	non dichiarata	1	non presente							no	-	-	non presente					
O	non dichiarata	Multiciclone con 25 cicloncini	non presente							no	-	-	non presente					
P	non dichiarata	Multiciclone con 20 cicloncini	non presente							no	-	-	non presente					
Q	4.000	multiciclone	tela reps in acciaio inox	non dichiarata	254	0,26	aria compressa in controcorrente	non dichiarata	non dichiarata	si	T°C<110	automatico	non presente					
R	11.520	multiciclone	Nomex poliestere	-	192	1	-	-	-	si	70>T°C>180	automatico	non presente					

Impianti di combustione a olio combustibile	
S	nessun sistema di filtrazione presente
T	nessun sistema di filtrazione presente

TABELLA 3 – riepilogo caratteristiche sistemi di abbattimento

## 4 MATERIALI E METODI DI CAMPIONAMENTO

### 4.1 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Nel campo del controllo delle emissioni in atmosfera sono disponibili norme tecniche che prevedono campionamento e analisi di vari inquinanti. All'interno di questo lavoro si è fatto riferimento a metodiche europee recepite da UNI, oppure a quelle emanate dalla stessa UNI o a metodi di riferimento ufficiali nazionali o di altri organismi internazionali, generalmente richiamate anche dai decreti di autorizzazione alle emissioni in atmosfera rilasciati dalla Provincia di Treviso.

In relazione al numero di campioni da prelevare e ai tempi di prelievo per singolo campione, si è fatto riferimento a quanto riportato nell'allegato VI alla Parte V del D. Lgs. 152/06, come successivamente modificato in particolare dal D. Lgs. 128/2010, e alla norma UNI EN 15259 (2008). In particolare:

- ✓ per la verifica della conformità al valore limite, il comma 2.3 dell'Allegato VI alla Parte V del D. Lgs. 152/06, pur se con terminologia non del tutto appropriata alle misure discontinue a camino, cita la necessità di determinare la concentrazione “... come media di almeno *tre letture consecutive e riferita ad un'ora di funzionamento dell'impianto* ...”
- ✓ la norma UNI EN 15259 (2008) – *Misurazione di emissioni da sorgente fissa – Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell'obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione*, versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15259 dell'ottobre 2007 riferisce che, nel caso di emissioni stabili, è buona pratica condurre un minimo di tre campionamenti mentre per emissioni instabili il numero di prelievi dovrebbe essere maggiore; il punto B.1 - *Examples of the timing of emission measurements* dell'Allegato B alla norma UNI EN 15259 riporta un periodo di campionamento di 30' per processi continui
- ✓ il D.Lgs. 128/10 del 29 giugno 2010 – *Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69 recita, nell'articolo 268, comma 1, lettera q): “valore limite di emissione: il fattore di emissione, la concentrazione, la percentuale o il flusso di massa di sostanze inquinanti nelle emissioni che non devono essere superati. I valori limite di emissione espressi come concentrazione sono stabiliti con riferimento al funzionamento dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose e, salvo diversamente disposto dal presente titolo o dall'autorizzazione, si intendono stabiliti come media oraria.”.*

In base a quanto sopra si è ritenuto, al fine di ottenere un valore medio finale che fosse rappresentativo delle reali condizioni operative dell'unità termica per la produzione di calore e confrontabile con i limiti di legge, di procedere nel modo seguente:

- per le attività in comunicazione per il recupero energetico di legno trattato eseguire sempre un minimo di 3 prelievi per parametro con tempi di campionamento di durata stabilita dal D.M. 05/02/1998 per le varie tipologie di inquinanti;

➤ per le attività che usano sfridi di legno vergine eseguire sempre minimo tre prelievi per parametro della durata di 60 minuti l'uno.

Nel corso del presente lavoro, svolto nel corso di questi ultimi anni, sono state monitorate 12 unità termiche alimentate a sfridi di legno trattato e 5 unità termiche funzionanti a sfridi di legno vergine. Di seguito (Tabella 4) si riporta l'elenco dei parametri monitorati e dei relativi metodi di campionamento e analisi con il numero di determinazioni per singolo metodo.

Dove non diversamente specificato, i valori che verranno presentati nel successivo punto 5 sono determinati come media aritmetica dei tre o più prelievi eseguiti nella singola giornata di campionamento; nel caso in cui un parametro sia stato monitorato per più giornate, come ad esempio gli ossidi di combustione, il valore riportato è stato calcolato come media dei valori medi delle singole giornate di misura. Inoltre, pur se non espressamente riportate, a tutti i dati vanno associate le rispettive incertezze di misura calcolate, in base alla legge di propagazione degli errori, combinando gli errori analitici e di campionamento.

Nella successiva Tabella 5 sono riportati i contributi percentuali all'incertezza per i parametri monitorati. Per gli ossidi di combustione l'incertezza totale sul valore è stata calcolata sulla base di prove di interconfronto eseguite con altri laboratori. Solo per il parametro  $SO_2$ , l'incertezza è stata stimata a partire dalle caratteristiche tecniche strumentali dichiarate dal fornitore.

FOTO 9 – Punti di emissione da impianti termici a sfridi di legno



TABELLA 4 – Schema riepilogativo degli inquinanti monitorati e dei relativi metodi di campionamento e analisi

Inquinante	Metodo	Principio	mezzo di captazione	isocinetismo	N*
Acido cloridrico	UNI EN 1911 (2010)	assorbimento su soluzione specifica	acqua ultrapura	si/no	3
	Allegato 2 D.M. 25.08.2000		soluzione NaOH 0,1 M	no	11
Acido fluoridrico	Allegato 2 D.M. 25.08.2000	assorbimento su soluzione specifica	soluzione NaOH 0,1 M	no	14
Anidride carbonica		analizzatore infrarosso non dispersivo NDIR		no	17
Composti Organici Volatili (C.O.V.) – singoli composti	UNI EN 13649 (2002)	adsorbimento su fiala	carbone attivo	no	7
Diossine, furani	UNI EN 1948-1,2,3 (2006)	filtrazione, adsorbimento, condensazione	ditale, condensa, resina	si	10
Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.)	UNI EN 1948 (2006)	filtrazione, adsorbimento, condensazione	ditale, condensa, resina	si	10
Mercurio	UNI EN 13211 (2003)	filtrazione, assorbimento su soluzioni specifiche	soluz. KMnO <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> /HNO <sub>3</sub>	si	14
Metalli	UNI EN 14385 (2004)		soluzione H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /HNO <sub>3</sub>	si	14
Monossido di carbonio	UNI EN 15058 (2006)	NDIR		no	17
Ossido di zolfo	UNI 10393 (1995)	fluorescenza pulsante, celle elettrochimiche, NDIR		no	17
Ossidi di azoto	UNI EN 14792 (2006)	chemiluminescenza		no	17
	UNI 10878 (2009)	NDIR, NDUV, chemiluminescenza		no	
Ossigeno	UNI EN 14789 (2006)	paramagnetismo, ossido di zirconio		no	17
PM10	EPA 201 A	filtro	ciclone	si/no	13
Polveri	UNI EN 13284-1 (2003)	filtrazione	filtri vari	si	24
Portata	UNI 10169 (2001)	pressione differenziale		/	17
Umidità	UNI 10169 (2001) p.to 10.2	adsorbimento su torre	gel di silice	no	15
	UNI EN 14790 (2006)	condensazione, adsorbimento		si/no	2

\* N= numero di determinazioni condotte nell'ambito del presente studio

TABELLA 5 – Incertezze di misura associabili agli inquinanti monitorati

PARAMETRO	INCERTEZZE ESTESE %		
	analitica	volume di campionamento	temperatura contatore volumetrico
Polveri totali	12,0	8,0	2,0
Acido cloridrico – HCl	15,0		
Acido fluoridrico - HF	40,0		
Composti Organici Totali	32,0		
Microinquinanti organici	44,0		
Antimonio - Sb	51,4		
Arsenico - As	26,9		
Cobalto - Co	16,7		
Manganese - Mn	22,2		
Vanadio - V	16,4		
Cromo - Cr	16,0		
Rame - Cu	16,7		
Piombo - Pb	25,0		
Stagno - Sn*	50,0		
Nichel - Ni	21,6		
Mercurio - Hg	81,7		
Cadmio - Cd	22,9		
Tallio - Tl	32,4		
PARAMETRO	INCERTEZZA TOTALE % (per strumento Horiba PG-250)		
Ossigeno	4,0		
Ossidi di azoto - NOx	10,5		
Ossidi di zolfo - SO <sub>2</sub>	20,0		
Monossido di carbonio – CO	24,4		
Anidride carbonica - CO <sub>2</sub>	20,1		

In relazione ai Composti Organici Volatili (COV) si specifica che i risultati raccolti non saranno nel seguito presentati sia perché in numero limitato, sia perché il metodo applicato non appare del tutto affidabile nell'analisi di fumi provenienti da impianti di combustione. [ARPAV, IC Nordest 002, 2007]

Si sottolinea inoltre che nel calcolo dei valori medi per singolo parametro, secondo quanto riportato dal Reference Document on the General Principles of Monitoring (luglio 2003),

redatto dall'European I.P.P.C. Bureau (scaricabile dal sito <http://eippcb.jrc.es/reference/>), è stato applicato il criterio secondo il quale ai valori inferiori al limite di rilevabilità (LR) si assegna, nei calcoli, un valore pari a zero. Laddove nella sommatoria tutti i valori siano inferiori al rispettivo limite, si è considerata la somma stessa inferiore al limite di rilevabilità più elevato; come riportato anche nel documento citato, tale criterio tende a sottostimare il vero valore dell'emissione.

#### **4.2 MATERIALI E STRUMENTAZIONE**

Il controllo delle condizioni di isocinetismo per i metodi che prevedono il campionamento del particolato (polveri totali, metalli, diossine, ecc.), è stato eseguito in modo automatico con idonea strumentazione che rileva a intervalli regolari la velocità dell'effluente gassoso nel punto di campionamento e corregge automaticamente la portata di aspirazione alla pompa.

Per il campionamento dei microinquinanti organici (diossine, furani, I.P.A.) si è fatto ricorso a una linea di prelievo con sonda e box riscaldati alla temperatura di 120°C. Prima di ogni prelievo tutta la vetreria facente parte della linea di campionamento è stata lavata con miscela persolforica e poi silanizzata. La stessa, prima dell'uso, è stata lavata in laboratorio, con il solvente usato per l'estrazione, e la soluzione di recupero è stata consegnata al laboratorio di analisi come bianco di linea. In talune occasioni, oltre al bianco di linea, è stato eseguito, presso il sito di campionamento nella stessa giornata dedicata al prelievo, il bianco di campo assemblando la linea di campionamento completa, comprensiva di ditale marcato e resina per gli incondensabili, ed effettuando una prova di tenuta. Successivamente la linea è stata smontata con recupero del ditale e della resina che sono stati consegnati anch'essi al laboratorio per l'analisi.

Anche per il prelievo contemporaneo di polveri totali e metalli è stata usata una linea di prelievo con sonda e box riscaldati con temperatura dei materiali impostata a 155°C. Particolare attenzione è stata posta ai gorgogliatori in modo da tenere separati quelli dedicati al prelievo del mercurio da quelli usati per le restanti specie metalliche, e ai contenitori delle soluzioni assorbenti, al fine di escludere eventuali contaminazioni. Come previsto anche dalle attuali norme, per il campionamento è stata usata la tecnica del "flusso derivato" che prevede la possibilità, durante il prelievo isocinetico, di sottrarre ("derivare") parte del flusso gassoso dalla corrente principale e inviarlo a un sistema di captazione per la determinazione di altri parametri. Questa tecnica è stata usata sempre per la determinazione contemporanea di polveri e metalli usando due linee di flusso derivato, una dedicata esclusivamente al mercurio e l'altra per il resto delle specie metalliche. Tale modo di agire è espressamente richiesto dal D.M. 5/02/98 il quale riporta che i valori limite di emissione per i metalli "*si applicano anche ai metalli e ai loro composti presenti nelle emissioni anche sotto forma di gas e vapore.*" I gorgogliatori contenenti le soluzioni per la captazione dei metalli in fase gassosa sono stati immersi in bagno refrigerante.

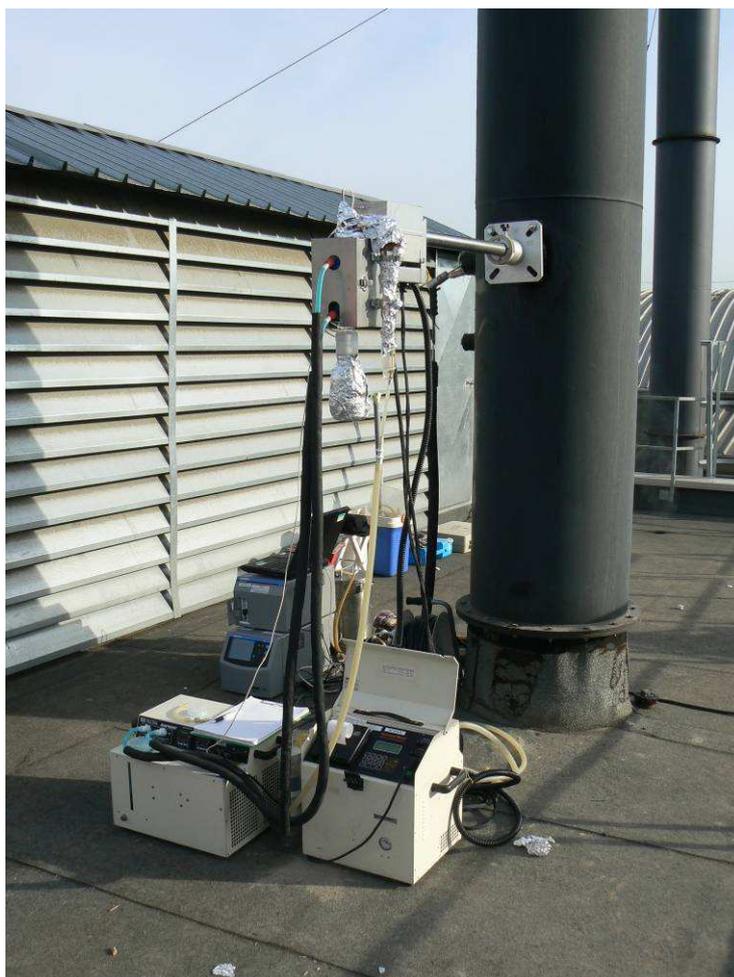
Per il prelievo, e successivo monitoraggio, degli ossidi di combustione si è fatto uso di una linea riscaldata dalla sonda in camino fino al sistema di deumidificazione del campione; il flusso gassoso anidro è stato quindi inviato allo strumento di misura con sensori dedicati per O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO ed SO<sub>2</sub>.

Il prelievo degli acidi e dell'anidride solforosa per via umida è stato eseguito facendo passare il flusso d'aria aspirato attraverso una sonda munita di filtro in fibra di quarzo riscaldato e successivo gorgogliamento in soluzione specifica contenuta in tre gorgogliatori in serie mantenuti refrigerati in bagno termostatico.

E, infine, per la determinazione dei PM<sub>10</sub> si è fatto uso di un ciclone munito di idoneo ugello di aspirazione al fine di mantenere un adeguato compromesso tra la condizione di isocinetismo e il prelievo a flusso costante.

Tutti gli strumenti utilizzati durante questo lavoro rientrano in un sistema gestionale che prevede tarature periodiche scadenzate in base al tipo di strumentazione.

FOTO 10 – Linea di prelievo dei microinquinanti organici



### **4.3 STRATEGIE DI CAMPIONAMENTO**

Le difficoltà maggiori nella pianificazione di un intervento di monitoraggio delle emissioni in atmosfera derivano, oltre che dal tipo di inquinanti da monitorare, da una serie di fattori di ordine pratico tra i quali la facilità di accesso alla sezione di misura, la disponibilità di una adeguata piattaforma di lavoro e la presenza di adeguati fori di prelievo. Dal 2007 la Provincia di Treviso ha fatto proprio e inserito nei decreti di autorizzazione il documento elaborato da ARPAV “*Standardizzazione delle metodologie operative per il controllo delle emissioni in atmosfera*” in cui, tra le altre cose, sono riportati i requisiti minimi per tronchetti di prelievo, piattaforme di lavoro e accessibilità alle stesse. Poiché molti degli impianti termici sottoposti a verifica sono stati installati anteriormente all’entrata in vigore delle Linee Guida citate, condizioni di lavoro rispondenti ai suddetti requisiti, nonostante la generale disponibilità delle Aziende nell’assecondare le richieste del personale addetto ai prelievi, sono state piuttosto rare.

Pur con le difficoltà sopra evidenziate, la campagna tipo di campionamento eseguita presso ciascuna unità termica può essere schematizzata come segue:

1^ giornata: sopralluogo preliminare dedicato alla conoscenza del ciclo produttivo aziendale, all’acquisizione di eventuale documentazione relativamente alle emissioni in atmosfera (analisi di autocontrollo, evidenza di taratura dei sistemi di monitoraggio in continuo, comunicazioni varie, ecc.) e alla verifica di quanto prescritto dal decreto di autorizzazione alle emissioni in possesso della ditta, in particolare per quanto riguarda l’accessibilità ai punti di prelievo, il tipo e il numero delle prese di campionamento e la piattaforma di lavoro.

2^ giornata: rilevamento in continuo degli ossidi di combustione, campionamento degli acidi cloridrico e fluoridrico e dei Composti Organici Totali e determinazione dell’umidità e della portata del punto di emissione;

3^ giornata: campionamento contemporaneo di polveri e metalli, rilevamento degli ossidi di combustione e ulteriore verifica della portata;

4^ giornata: determinazione contemporanea di polveri e PM<sub>10</sub>;

5^ giornata: campionamento di diossine, furani, I.P.A. e PCB con rilevamento degli ossidi di combustione e, in particolare, dell’ossigeno;

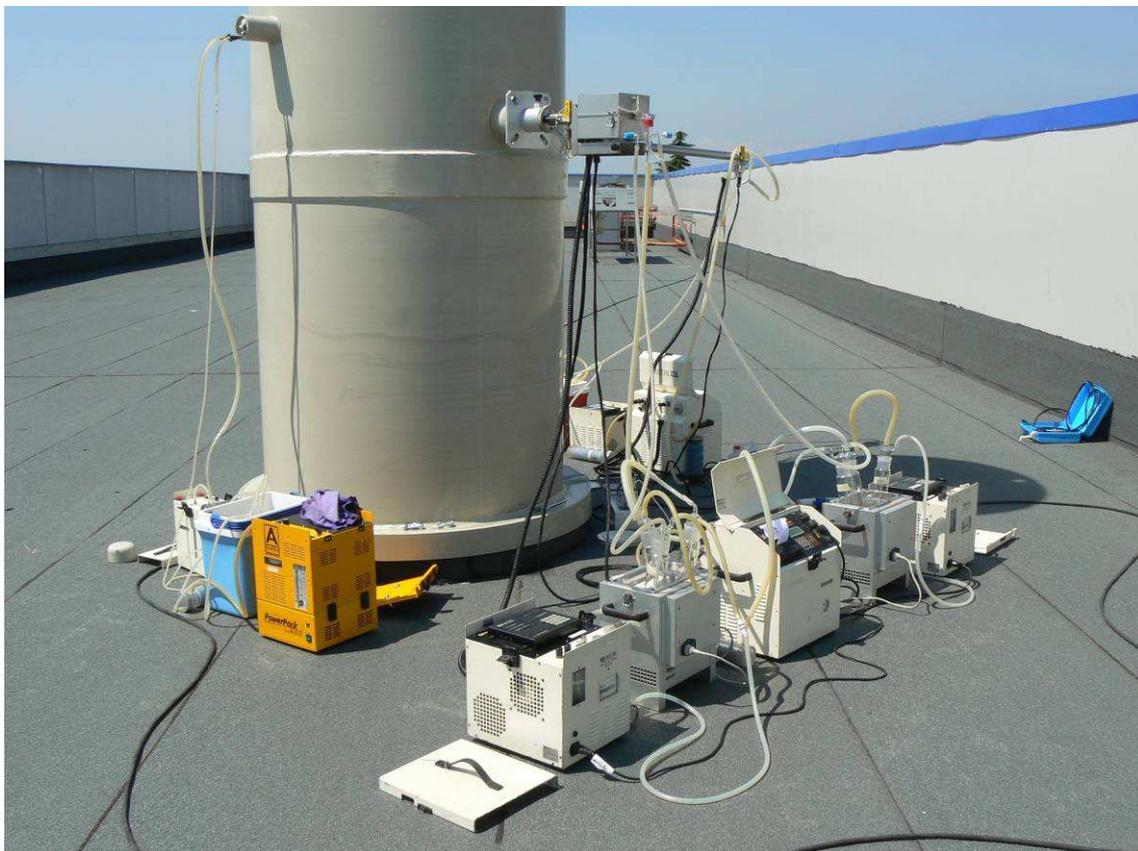
Per tutti i parametri monitorati all’interno delle singole giornate di campionamento è stato eseguito il bianco di campo al fine di assicurare che durante tutte le fasi di misura e le operazioni di manipolazione del campione non avvenissero contaminazioni significative. Nella maggior parte dei casi ciò è consistito nell’assemblare la linea di campionamento come per procedere al prelievo e di tenere la stessa presso il sito di misura per una decina di minuti, senza inserire la sonda all’interno del punto di emissione; nel caso di parametri che hanno richiesto l’utilizzo di gorgogliatori si è proceduto riempiendo gli stessi con la medesima quantità di soluzione usata per i prelievi. Come già sopra riportato per i microinquinanti organici la linea di campionamento è stata lavata con lo stesso solvente usato in laboratorio per il recupero e l’estrazione. Tutti i bianchi di campo sono stati consegnati al Laboratorio per l’analisi.

Le analisi dei campioni prelevati sono state condotte dal Servizio Laboratorio Provinciale ARPAV di Padova (14 unità termiche) e dal Servizio Laboratorio Provinciale ARPAV di Treviso (3 unità termiche); per i microinquinanti organici le analisi sono state eseguite dal Laboratorio del Co.I.N.C.A. di Marghera (VE) (1 determinazione) e presso il Servizio Laboratorio Provinciale ARPAV di Venezia (9 determinazioni).

FOTO 11 – Piattaforma di lavoro non idonea al campionamento



FOTO 12 – Campionamento multiparametro in condizioni di accessibilità ottimale



## 5. ESAME DEI RISULTATI

La successiva tabella raccoglie le caratteristiche fluidodinamiche dei punti di emissione analizzati, come riscontrate presso la sezione di campionamento in occasione delle determinazioni della portata del condotto.

TABELLA 6 - Caratteristiche fluidodinamiche dei punti di emissione monitorati presso la sezione di campionamento

Ditta	Potenzialità	Sezione di campionamento	Velocità media	Portata media normalizzata secca	Temperatura media dell'effluente	Umidità media
	[MW]	[m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[Nm <sup>3</sup> /h]	[°C]	[% v/v]
A	3,49	0,385	3,5	3.100	121	7,0
B	5,20	0,502	7,2	8.100	135	6,9
C	2,90	0,283	7,5	4.400	163	7,1
D	2,30	0,321	5,4	4.800	94	4,3
E	2,38	0,273	3,5	3.400	105	4,9
F	2,96	0,283	3,4	2.100	129	6,8
G	3,50	0,502	9,1	11.800	92	4,9
H	3,50	0,502	9,3	11.200	106	7,9
I	1,74	0,322	4,0	3.800	85	3,9
J	3,75	0,196	9,4	4.300	120	6,3
K	3,48	0,636	3,4	5.400	102	5,6
L	3,37	0,312	4,8	3.900	98	5,0
M	5,90	0,385	9,7	8.800	115	6,9
N	1,16	0,273	3,9	2.600	108	5,3
O	1,16	0,196	3,0	1.800	152	5,6
P	1,64	0,264	6,1	3.200	165	6,8
Q	2,98	0,490	5,4	5.500	105	19,9
R	6,00	0,860	11,0	17.300	90	8,5
S	5,80	0,407	7,6	6.000	194	8,5
T	7,00	0,407	7,2	5.500	201	9,1

NOTA: sfondo azzurro – legno trattato, sfondo giallo – legno vergine, sfondo verde – scarti vegetali, sfondo grigio – olio combustibile

La quasi totalità delle unità termiche considerate, indipendentemente dal tipo di combustibile utilizzato, presentano emissioni aventi portate normalizzate riferite a gas secchi piuttosto contenute che, solamente in rari casi, superano i 10.000 Nm<sup>3</sup>/h; le velocità medie di uscita dei fumi sono comprese tra 3 e 10 m/s con temperature nel range 90 ÷ 160 °C.

I valori di umidità determinati appaiono invece maggiormente dipendenti dal tipo di materiale alimentato in camera di combustione. In particolare il cippato di legno ha fatto registrare valori di umidità in emissione dell'ordine del 20 % v/v, mentre non si è avuto riscontro di particolari differenze tra legno trattato e legno vergine derivanti dalle sezioni di lavorazione meccanica (taglio, foratura, squadra-bordatura, ecc.) dei vari cicli produttivi aziendali. Per tali materiali i valori di umidità a camino più frequenti sono compresi tra il 4 e il 7 %.

Nell'esame dei risultati analitici che di seguito verranno riportati, è doveroso tener presente che l'emissione derivante dagli impianti termici esaminati, in linea generale, non presenta un andamento costante nel tempo. La quasi totalità degli impianti, infatti, regola in modo automatico le condizioni di combustione in funzione della richiesta termica delle utenze collegate a valle, risultando determinanti l'influenza delle condizioni climatiche del momento. Quanto descritto comporta, in generale una volta raggiunta una sorta di condizione di equilibrio, l'instaurarsi di un andamento ciclico dell'emissione con alternanza di periodi di maggiore o minore carico dell'impianto.

I descritti sistemi di regolazione automatica degli impianti, basati per lo più sulla misurazione in continuo di temperatura e ossigeno in camera di combustione e sulla temperatura di ritorno del fluido riscaldante, risultano evidentemente di forte impatto sui valori di concentrazione in uscita dei gas di combustione (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) e degli inquinanti presenti in forma non particolare, per i quali gli impianti di combustione nella taglia descritta non presentano specifici sistemi di abbattimento. Come in precedenza riferito, le sezioni di abbattimento a valle delle caldaie sono tipicamente costituite da multiclioni e filtri a maniche posti in serie a contenimento del particolato; solamente attraverso la regolazione dell'aria primaria e/o secondaria di combustione, in funzione del quantitativo di combustibile alimentato, e il controllo della temperatura in camera di combustione o in eventuali zone di post-combustione presenti in caldaia, si può incidere positivamente sui livelli degli inquinanti emessi a camino. In tal senso appare fondamentale non solo la conformazione geometrica e fluidodinamica della camera di combustione, ma altresì il corretto funzionamento e posizionamento dei sensori di misura installati e lo stesso software di gestione che il costruttore fornisce a corredo dell'impianto.

Come evidenziato nella nota in calce alla precedente tabella, in relazione ai grafici di seguito riportati si tenga presente che le ditte da A a L sono in possesso di unità termiche a legno trattato, mentre nei restanti casi si tratta di impianti alimentati con combustibili diversi secondo quanto riportato. Qualora nel corso delle giornate di prelievo siano state ripetute le misurazioni, nelle successive elaborazioni per i rispettivi parametri sono stati utilizzati i valori medi così determinati.

Il confronto dei dati medi ottenuti con i rispettivi limiti di legge è stato visualizzato in termini percentuali nei successivi grafici, utilizzando la seguente formula:

$$V_{i,x} \% = [(C_{i,x} - C_{lim})/C_{lim}] * 100$$

dove  $V_{i,x} \%$  è la variazione percentuale rispetto al limite del parametro  $i$  per l'impianto  $x$ ,

$C_{i,x}$  è il valore medio misurato per il parametro  $i$  presso l'impianto  $x$

$C_{lim}$  è il valore limite di emissione determinato in funzione del combustibile utilizzato

Mediante tale calcolo gli eventuali superamenti del limite autorizzato vengono visualizzati mediante valori positivi, mentre i dati emissivi nella norma sono associati a valori negativi.

### 5.1 GAS DI COMBUSTIONE

I valori di concentrazione determinati per i gas di combustione in uscita sono stati visualizzati mediante i successivi grafici n. 1 e 2; i dati di CO, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub> sono riferiti all'11% di ossigeno. Si evidenzia inoltre che gli impianti termici R, S e T sono stati inseriti a mero titolo di confronto trattandosi di impianti alimentati a farina di vinaccioli (R) e ad olio combustibile (S, T) e pertanto non strettamente attinenti al presente lavoro; per gli impianti S e T i dati di concentrazione sono riferiti al 3% di ossigeno.

GRAFICO 1 – Valori determinati sui diversi impianti per i parametri CO, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>

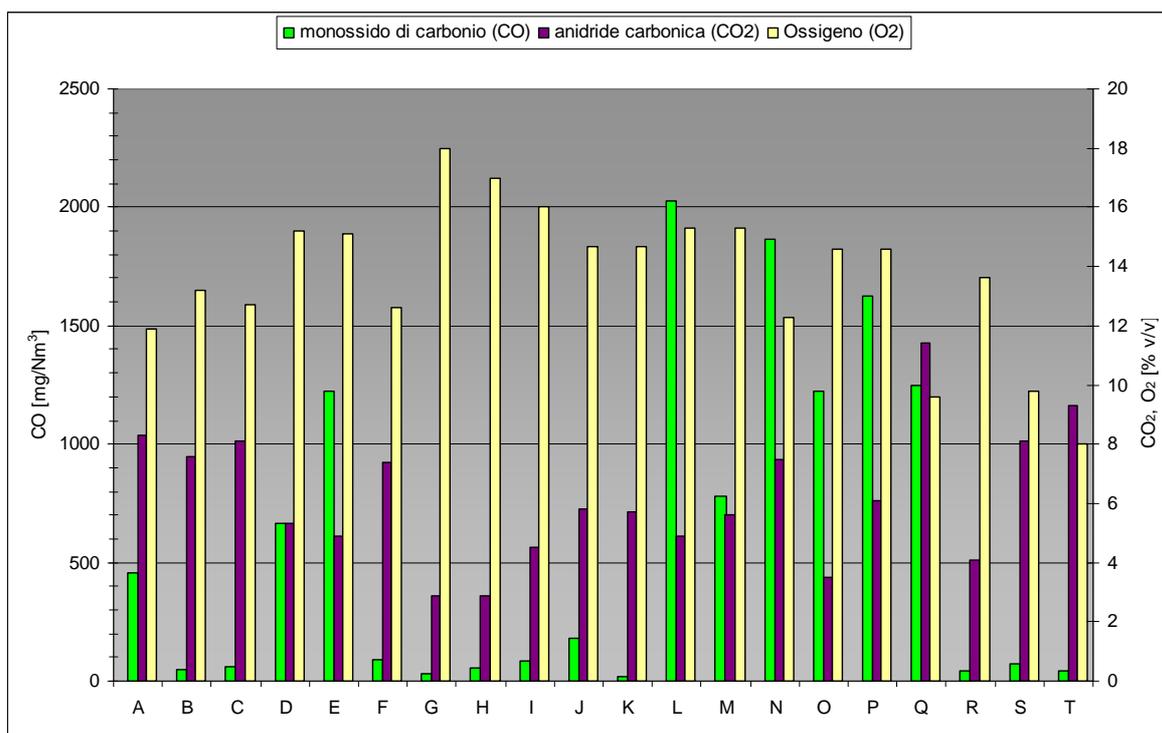


GRAFICO 2 - Valori determinati sui diversi impianti per i parametri NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>

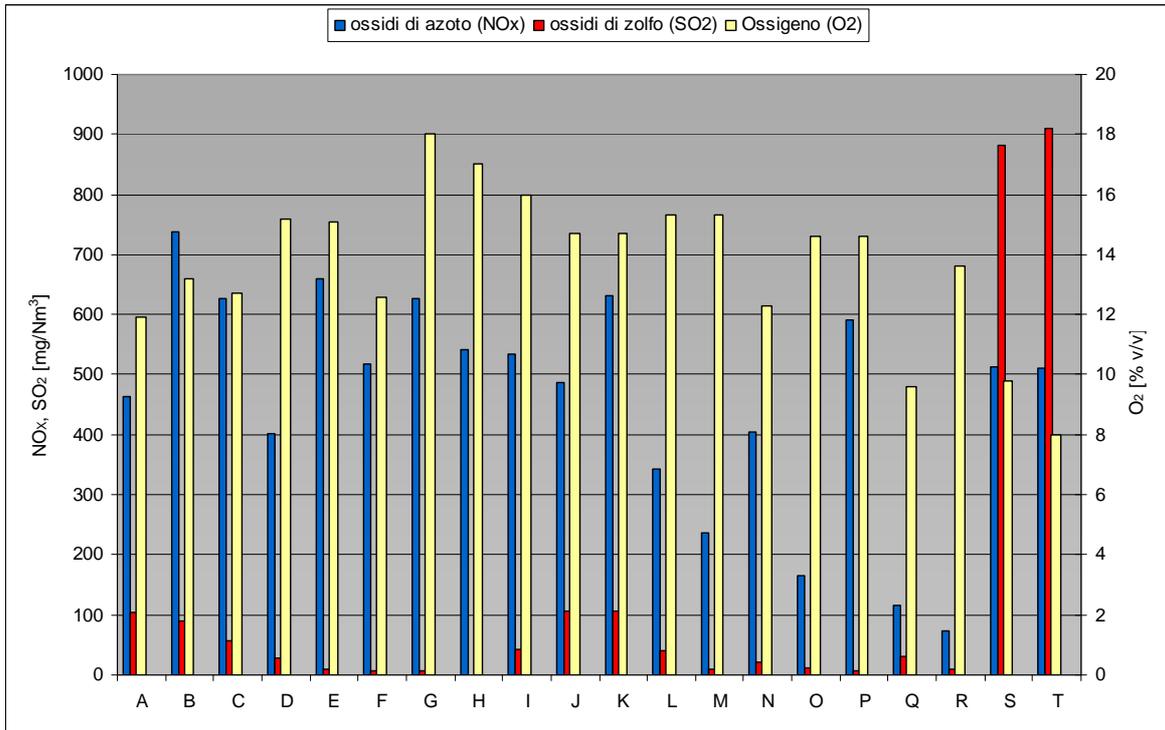


GRAFICO 3 – Rapporto CO/O<sub>2</sub> nei diversi impianti presso la sezione di misura

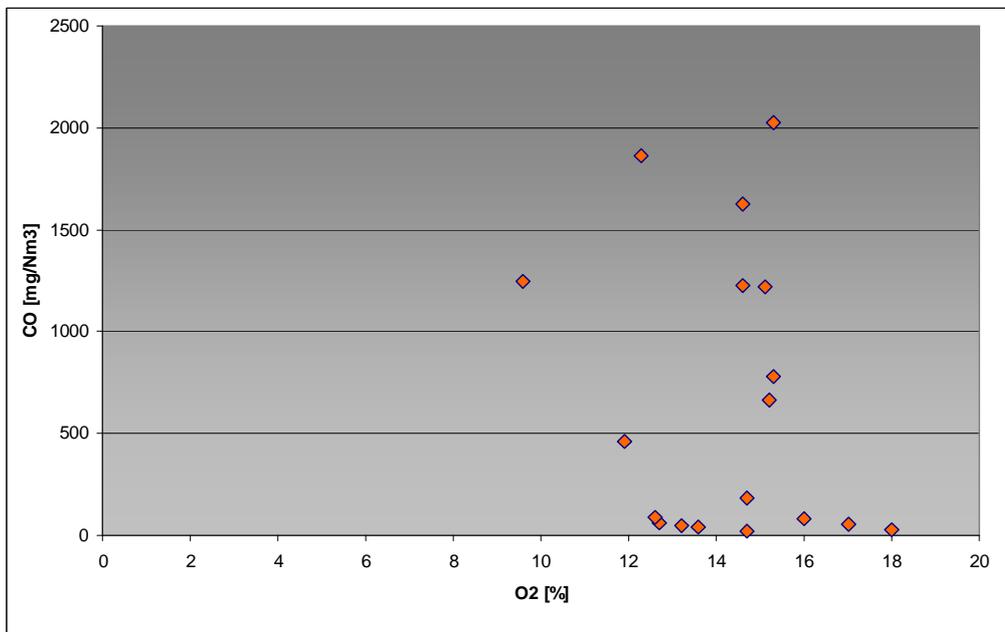


TABELLA 7 – Valori medi, massimi e minimi registrati in relazione ai gas di combustione

Parametro	u.m.	media	min	max	media A-L	media M-Q
monossido di carbonio (CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>687</b>	20	2028	<b>411</b>	<b>1348</b>
ossidi di azoto (come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>475</b>	117	738	<b>547</b>	<b>303</b>
ossidi di zolfo (SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>40</b>	< 5	107	<b>50</b>	<b>16</b>
anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	% v/v	<b>6,0</b>	2,9	11,4	<b>5,7</b>	<b>6,8</b>
ossigeno (O <sub>2</sub> )	% v/v	<b>14,3</b>	9,6	18,0	<b>14,7</b>	<b>13,3</b>

### 5.1.1 Monossido di Carbonio (CO)

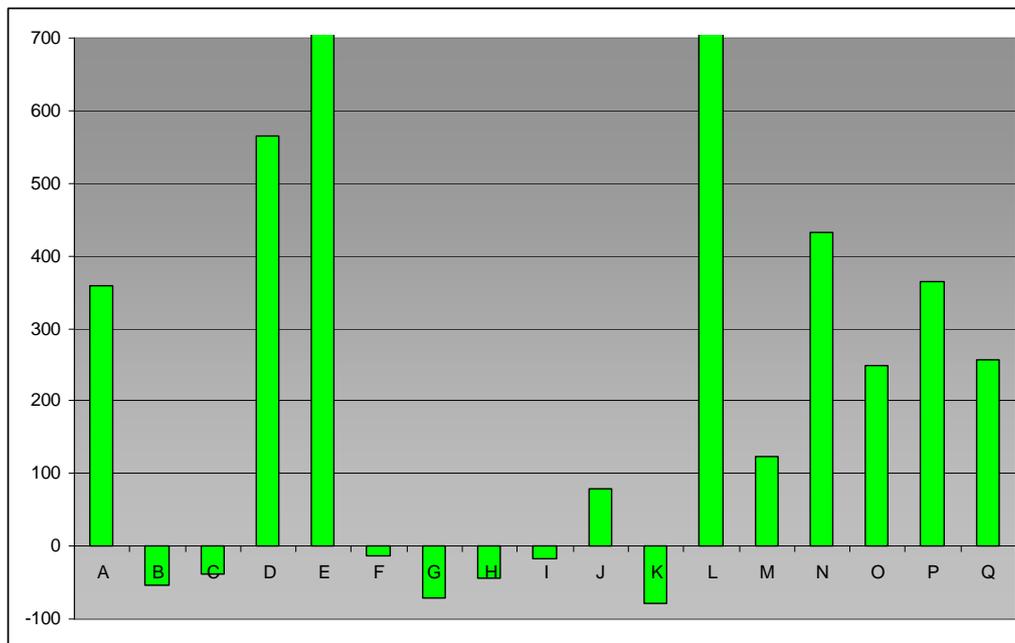
Come riscontrabile anche nella precedente Tabella 7, i dati graficati dimostrano un'ampia variabilità nei livelli di concentrazione misurati nei diversi impianti arrivando ad evidenziare, per il monossido di carbonio, valori che si scostano di ben due ordini di grandezza l'uno dall'altro.

In relazione a tale inquinante, contrariamente a quanto ci si potrebbe attendere, non si riscontrano correlazioni con i valori determinati simultaneamente per CO e O<sub>2</sub> (cfr. Grafico 3). Tale evidenza non deve comunque sorprendere dal momento che, senza voler entrare in questo contesto nel dettaglio dei meccanismi cinetici di formazione del CO, la presenza di tale inquinante è senz'altro collegata alla carenza di ossigeno in camera di combustione, ma è similmente influenzata da temperature e/o tempi di residenza troppo bassi in camera di combustione.

Appare comunque chiaramente visibile (cfr. Tabella 7) che i valori di CO alle emissioni risultano mediamente molto più bassi per gli impianti termici alimentati a sfridi di legno trattato (impianti A-L: 411 mg/Nm<sup>3</sup>) rispetto a quelli a legno vergine (impianti M-Q: 1348 mg/Nm<sup>3</sup>). Tale evidenza trova verosimilmente giustificazione non tanto in relazione al tipo di materiale alimentato, quanto al fatto che negli impianti a legno vergine non viene imposto dalla normativa vigente il controllo in continuo del CO nei fumi di combustione; tra gli impianti controllati solo presso la ditta Q risulta installato, ma non funzionante nel corso dei campionamenti, uno specifico sensore di misura. Tale ipotesi sembrerebbe confermata anche dai dati di ossigeno misurati che risultano mediamente maggiori per le unità a legno trattato presumibilmente per effetto di una diversa regolazione delle condizioni di combustione che tiene conto del CO in emissione misurato.

Rispetto ai limiti di legge previsti nella Parte III dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., pari a 350 mg/Nm<sup>3</sup> di monossido di carbonio, tutti gli impianti a legno vergine oggetto di controllo hanno evidenziato il superamento del limite. Relativamente agli impianti a sfridi di legno trattato, pur con un limite semiorario decisamente inferiore pari a 100 mg/Nm<sup>3</sup> (All. 2 – Sub. 2 al DM 05/02/1998), il superamento del limite è stato accertato “solamente” per 5 impianti sui 12 complessivamente controllati, come mostrato in grafico 4.

GRAFICO 4 – Valori percentuali di emissione in relazione al rispettivo limite per il parametro monossido di carbonio (CO)



**NOTA:** Limite impianti A-L a legno trattato: 100 mg/Nm<sup>3</sup>  
 Limite Impianti M-Q a legno vergine: 350 mg/Nm<sup>3</sup>

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

Per gli ossidi di azoto i valori medi rilevati dimostrano invece un comportamento inverso a quanto prima osservato per il CO con una concentrazione media pari a 547 mg/Nm<sup>3</sup> per i 12 impianti a legno trattato, contro una media di 303 mg/Nm<sup>3</sup> per i 5 impianti a legno vergine (cfr. Tabella 7). In questo caso si tenga presente che i due principali meccanismi che portano all'emissione di NO<sub>x</sub> sono dati dalla somma degli NO<sub>x</sub> termici e degli NO<sub>x</sub> da combustibile; i primi, essendo connessi a reazioni che coinvolgono l'azoto introdotto con l'aria di combustione, sono essenzialmente legati alle temperature di reazione, mentre il secondo fattore è determinato dal contenuto in azoto del combustibile. Il successivo Grafico 5, tratto da fonte di letteratura [Zuberbühler *et al.*, 2000], dimostra efficacemente la netta prevalenza del contributo associabile agli NO<sub>x</sub> da combustibile, quanto meno fino a temperature di reazione dell'ordine di 1500°C; i valori mediamente registrati di ossidi di azoto concordano, peraltro, ampiamente con i campi di valori proposti dal medesimo grafico per il legno truciolare, per il legno di recupero e per il legno vergine.

GRAFICO 5 – Apporti al valore complessivo di ossidi di azoto nella combustione del legno  
 [Zuberbühler *et al.*, 2000]

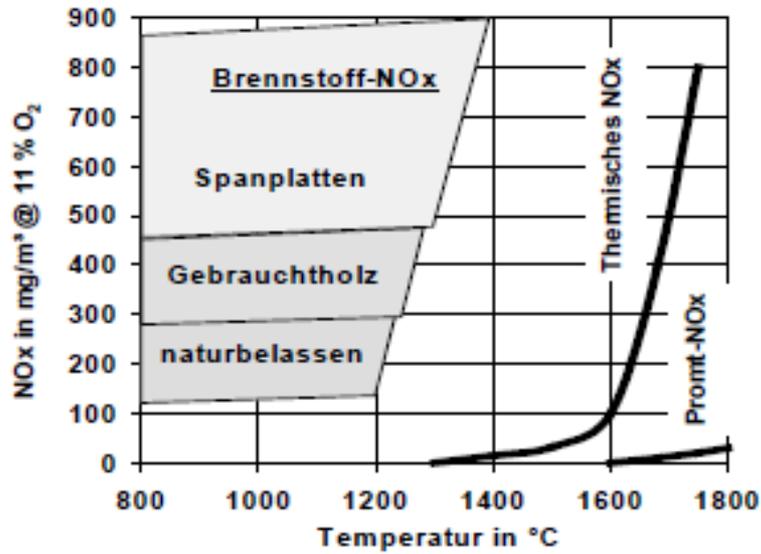
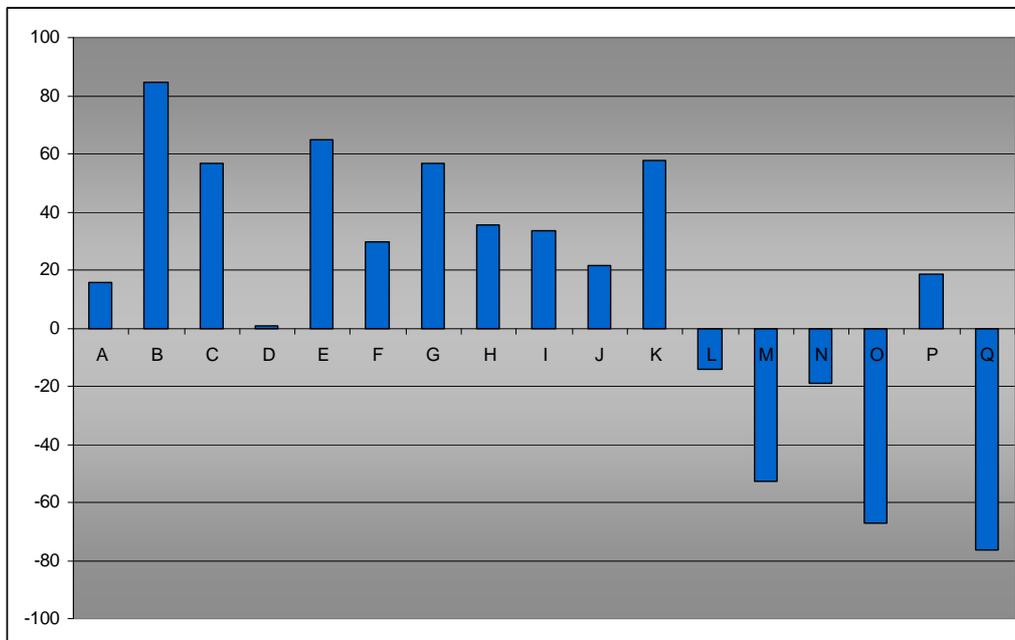


GRAFICO 6 – Valori percentuali di emissione in relazione al rispettivo limite per il parametro ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)



NOTA: Limite impianti A-L a legno trattato: 400 mg/Nm<sup>3</sup>  
 Limite Impianti M-Q a legno vergine: 500 mg/Nm<sup>3</sup>

Rispetto ai limiti di legge previsti nella Parte III dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., pari a  $500 \text{ mg/Nm}^3$  di ossidi di azoto, un solo impianto a legno vergine ha evidenziato il superamento del limite. Relativamente agli impianti a sfridi di legno trattato, rispetto al limite orario di  $400 \text{ mg/Nm}^3$  (All. 2 – Sub. 1, Punto 6 del DM 05/02/1998), il superamento del limite è stato accertato quasi sistematicamente sui 12 impianti controllati; in un solo caso, considerata l'incertezza di misura, il risultato della misura è stato posto pari al limite autorizzato, mentre un secondo impianto risulta l'unico a rispettare pienamente il limite (cfr. Grafico 6). Tale ultimo impianto (L) ha comunque evidenziato condizioni di combustione piuttosto singolari, come dimostrato dall'elevato valore di CO in uscita (superiore a  $2000 \text{ mg/Nm}^3$ ).

Per quanto sopra esposto, tenuto conto delle caratteristiche del legno trattato in termini di contenuto in azoto, appare tecnologicamente molto difficile il rispetto dei  $400 \text{ mg/Nm}^3$  in impianti della potenzialità esaminata dove risulta assente un specifico sistema di abbattimento degli ossidi di azoto, la cui eventuale installazione andrebbe comunque esaminata in un'ottica di valutazione costi-benefici e di sostenibilità economica da parte delle aziende.

### *5.1.3 Biossido di Zolfo ( $\text{SO}_2$ )*

Diversamente dagli altri gas di combustione, il biossido di zolfo non ha in nessun caso evidenziato problematiche dal punto di vista del rispetto del limite di legge che in entrambi i casi, legno vergine o legno trattato, è fissato a  $200 \text{ mg/Nm}^3$  su base rispettivamente oraria o semioraria. Trattandosi di un inquinante che si origina in relazione al contenuto di zolfo del combustibile che viene per la gran parte ossidato a  $\text{SO}_2$  nel corso della reazione, i dati dimostrano il generale basso contenuto di zolfo nei materiali legnosi bruciati (per confronto si osservino i valori all'emissione degli impianti S e T alimentati a olio combustibile – Grafico 2). Pur notandosi anche in questo caso un'ampia variabilità tra impianto e impianto, i valori medi calcolati per le due diverse tipologie di combustibile danno comunque riscontro di una maggiore presenza di impurezze contenenti zolfo nel materiale legnoso derivante da lavorazioni di pannelli aggregati ( $54$  contro  $16 \text{ mg/Nm}^3$ ).

## **5.2 POLVERI, METALLI, $\text{PM}_{10}$**

Il contenuto di polveri presenti nell'emissione a valle di un processo di combustione si può suddividere fondamentalmente in un residuo inorganico, presente come impurezze nei combustibili o formatosi nella fase di reazione, e da una frazione costituita da particelle carboniose, fuliggini o agglomerati organici in misura strettamente connessa alla qualità della combustione. In funzione del tipo di combustibile e modalità di combustione tali residui si ripartiscono tra le ceneri di fondo, raccolte sotto il focolare, e le ceneri leggere o volanti che, trascinate con i gas di combustione, vanno a costituire il materiale particolato delle emissioni.

Nel caso dei combustibili solidi e in funzione della tipologia della combustione e del sistema di abbattimento installato, una parte anche molto consistente delle ceneri può essere trascinata nei fumi e, a sua volta, una parte rilevante delle ceneri emesse può essere costituita da polveri inalabili (PM<sub>10</sub>). In tal senso è importante sottolineare che, per effetto di fenomeni di volatilizzazione e di condensazione sul particolato fine ad elevata superficie specifica, i composti tossici più volatili quali arsenico, piombo e cadmio si concentrano sulle ceneri leggere, costituite da materiale di piccola granulometria. Il mercurio eventualmente presente, invece, in virtù della propria elevata volatilità e di quella dei suoi composti, viene emesso in forma totalmente gassosa.

Richiamando quanto già illustrato al punto 4.3, in relazione alla determinazione del PM<sub>10</sub> si segnala che, laddove consentito dalle condizioni di accessibilità alla sezione di campionamento, i relativi campionamenti sono stati effettuati simultaneamente al prelievo delle polveri totali al fine di poter disporre di dati correttamente confrontabili; laddove ciò non è stato possibile il raffronto è stato comunque effettuato rispetto al valore di polveri determinato unitamente al prelievo dei metalli, pur se relativo a diverse giornate di campionamento. Diversamente, i dati di polveri totali associati ai valori di concentrazione dei diversi metalli sono sempre quelli relativi ai specifici prelievi.

I valori registrati all'emissione degli impianti oggetto di controllo sono visualizzati nei grafici di seguito riportati. Anche in questo caso i dati danno riscontro di una notevole variabilità nelle concentrazioni rilevate, determinata prioritariamente dal sistema di abbattimento installato a valle dell'impianto termico. Ad esempio si noti che per gli impianti N e P non è presente un filtro a maniche a valle della separazione inerziale mediante cicloni; trattandosi di due impianti a legno vergine è evidente il contributo di tali unità termiche nel calcolo del valore medio che è risultato di un ordine di grandezza superiore alla media degli impianti a legno trattato, come riportato in Tabella 5.

TABELLA 8 – Valori medi, massimi e minimi registrati per polveri totali, metalli e PM<sub>10</sub>

Parametro	u.m.	media	min	max	media A-L	media M-Q
Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>197</b>	5	1968	<b>50</b>	<b>551</b>
Cd+Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>0,0093</b>	< l.r.	0,0610	<b>0,0054</b>	<b>0,0205</b>
Mercurio	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>0,0010</b>	< l.r.	0,0016	<b>0,0004</b>	<b>0,0007</b>
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>1,174</b>	0,057	8,4	<b>0,706</b>	<b>2,890</b>
Polveri inalabili (PM <sub>10</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>31</b>	2	166	<b>23</b>	<b>57</b>

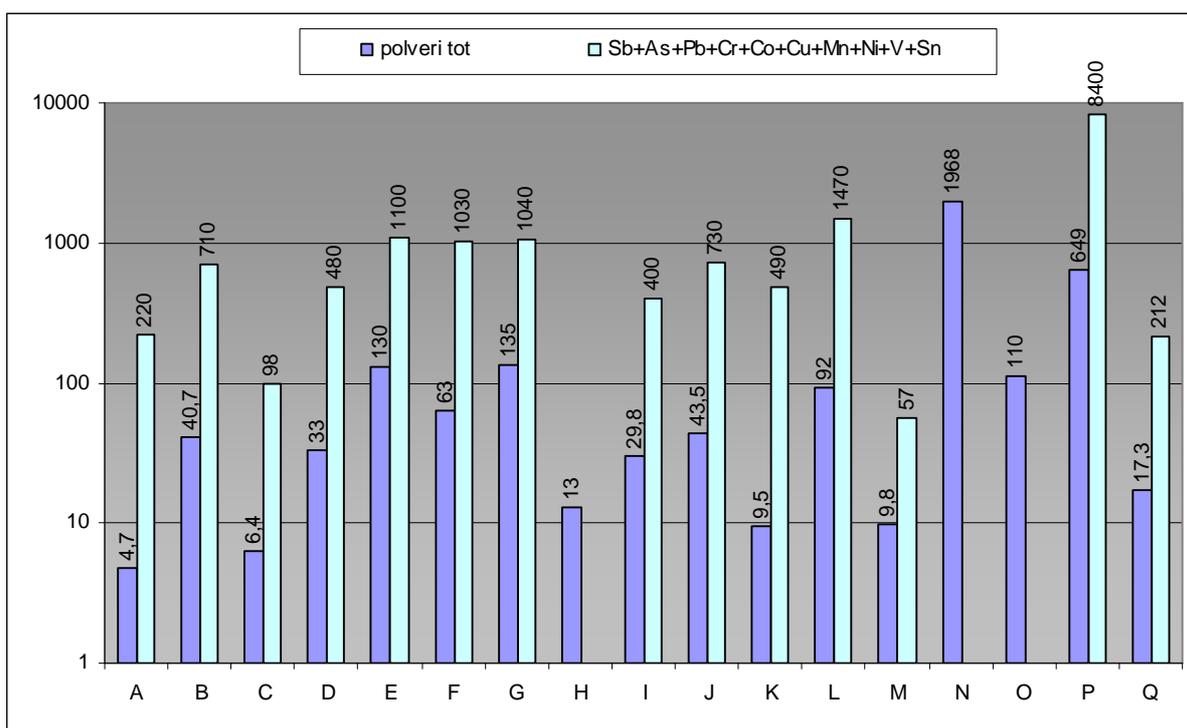
Va osservato, comunque, che anche laddove il sistema di filtrazione preveda una sottostazione filtrante a maniche, i limiti alle emissioni sono stati più volte superati; in generale si nota che

il limite semiorario imposto dal D.M. 05/02/1998 pari a  $30 \text{ mg/Nm}^3$ , contro i  $100 \text{ mg/Nm}^3$  generalmente imposti sulla base della Parte III dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., viene rispettato solamente da 7 impianti sui 17 alimentati a residui legnosi.

Come era lecito attendersi sulla base delle considerazioni iniziali, il Grafico 9 dimostra una discreta costanza del rapporto tra il quantitativo complessivamente emesso di metalli e il rispettivo valore di polveri totali. Tale correlazione è visibile anche nel Grafico 10 dove si nota che, ad esclusione di un unico caso (D), il superamento dei limiti alle emissioni per le polveri comporta parallelamente il superamento del limite anche per il parametro  $\Sigma$ metalli (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn) previsto dal D.M. 05/02/1998.

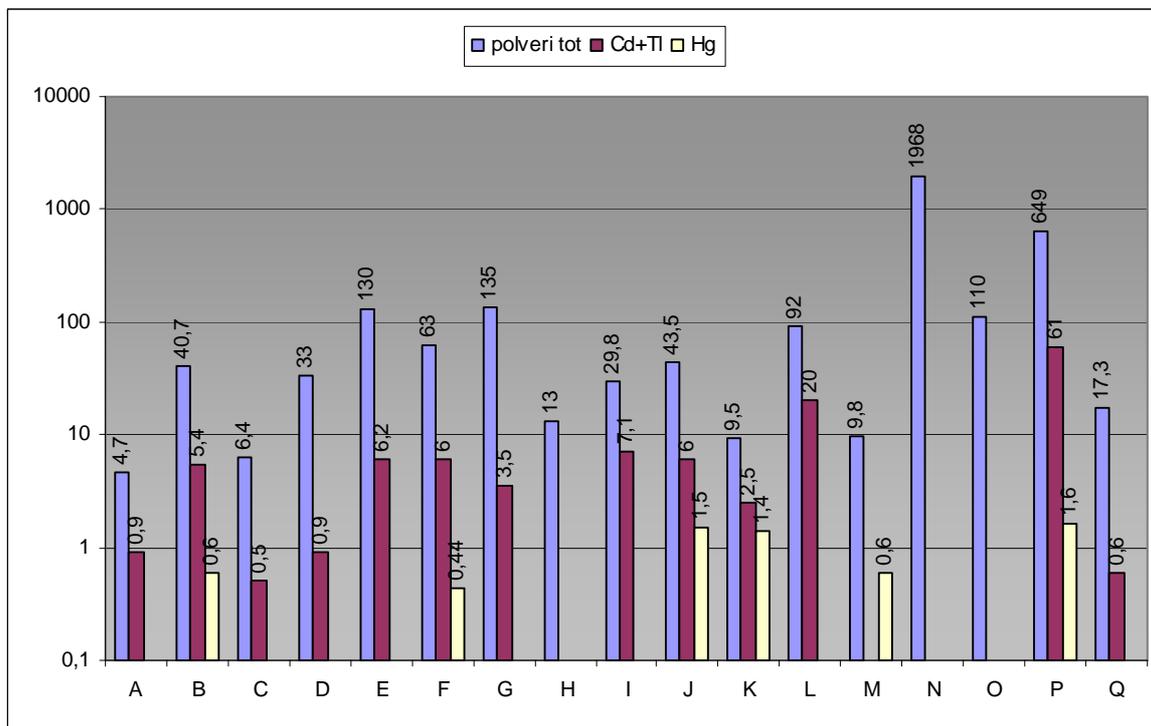
I valori riportati in Grafico 8 fanno notare una presenza molto modesta di Cadmio e Tallio che, solo in un caso (peraltro in un impianto a legno vergine), superano complessivamente i  $20 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$ . Ancor più modesta appare mediamente la presenza di mercurio che supera la concentrazione di  $1 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$  solamente in tre casi.

GRAFICO 7 – Valori determinati sui diversi impianti per i parametri polveri totali e  $\Sigma$ metalli



NOTA: I valori di polveri sono riportati in  $\text{mg/Nm}^3$ , mentre i valori dei metalli sono espressi in  $\mu\text{g/Nm}^3$

GRAFICO 8 – Valori determinati sui diversi impianti per i parametri polveri tot, Cd+Tl e Hg



NOTA: I valori di polveri sono riportati in mg/Nm<sup>3</sup>, mentre i valori dei metalli sono espressi in µg/Nm<sup>3</sup>

GRAFICO 9 – Rapporto percentuale tra concentrazioni di metalli (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn) e polveri totali in emissione

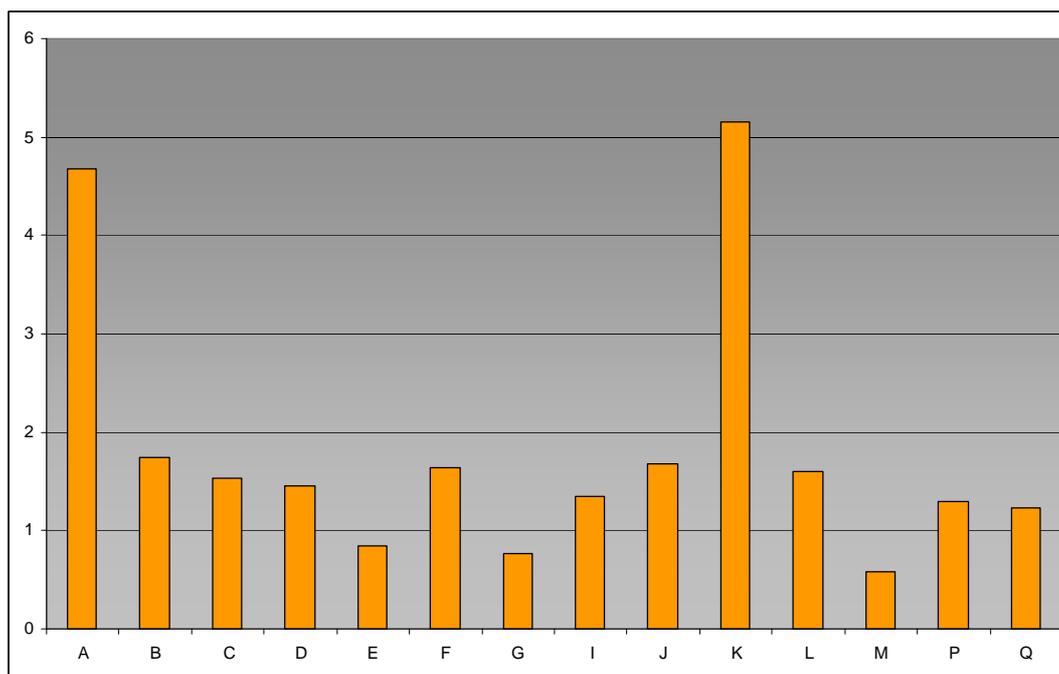
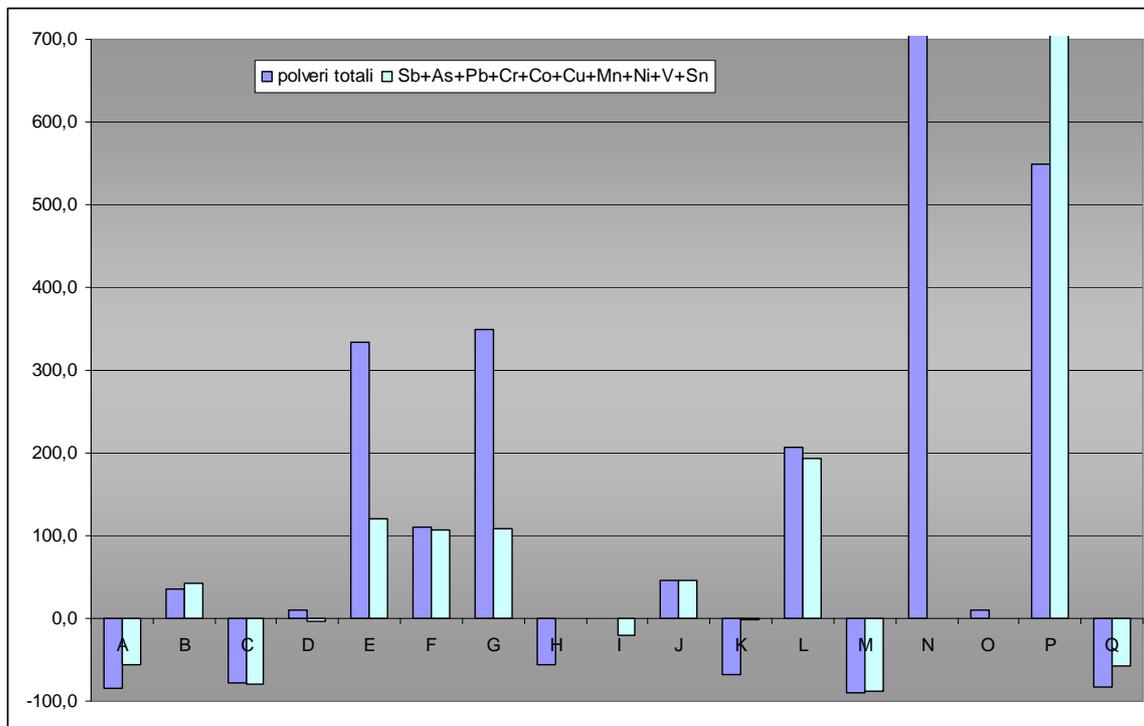


GRAFICO 10 – Valori percentuali di emissione in relazione al rispettivo limite per i parametri polveri totali e  $\Sigma$ metalli



NOTA 1: Limite impianti A-L a legno trattato: polveri 30 mg/Nm<sup>3</sup>,  $\Sigma$ met 0,5 mg/Nm<sup>3</sup>  
 Limite Impianti M-Q a legno vergine: polveri 100 mg/Nm<sup>3</sup>

NOTA 2: Per omogeneità, in relazione gli impianti M,P e Q a legno vergine, il calcolo per il parametro  $\Sigma$ met è stato effettuato sempre rispetto al valore di 0,5 mg/Nm<sup>3</sup> pur se tale valore non costituisce il limite alle emissioni

Il successivo Grafico 11 dà riscontro delle concentrazioni determinate per i singoli metalli ricercati rendendo evidente la netta prevalenza, dal punto di vista quantitativo, di Piombo e Manganese, affiancata da discreti quantitativi di Rame, Cromo e, in misura più variabile, Stagno. Il Grafico 12 visualizza quanto sopra in termini percentuali.

Procedendo a un raffronto in termini qualitativi tra impianti a legno trattato e altri impianti, escludendo alcuni casi anomali costituiti in particolare dalle lettere I e P, sembra evidenziarsi una certa differenza nelle distribuzioni percentuali con una tendenziale maggiore presenza di Piombo rispetto a quanto registrato negli impianti a legno vergine (M e Q), dove invece prevale il Manganese. Da questo punto di vista l'impianto P, che per molti parametri è risultato essere un caso anomalo, sembrerebbe in effetti maggiormente affine agli impianti a legno trattato.

Il Grafico 13 riporta invece i valori misurati di PM<sub>10</sub> e polveri totali e la loro rispettiva percentuale. Come sopra accennato si tenga presente che non sempre è stato possibile effettuare i relativi campionamenti nel corso della stessa giornata. Escludendo gli impianti A e H, dove è evidente una non confrontabilità dei dati in parte presumibilmente accentuata dai bassi valori assoluti di polveri emesse, nella media degli impianti la percentuale di polveri costituita dalla frazione PM<sub>10</sub> è dell'ordine del 65% senza particolari differenziazione tra legno trattato e legno vergine.

GRAFICO 11 – Concentrazioni dei singoli metalli espresse in mg/Nm<sup>3</sup> sui diversi impianti

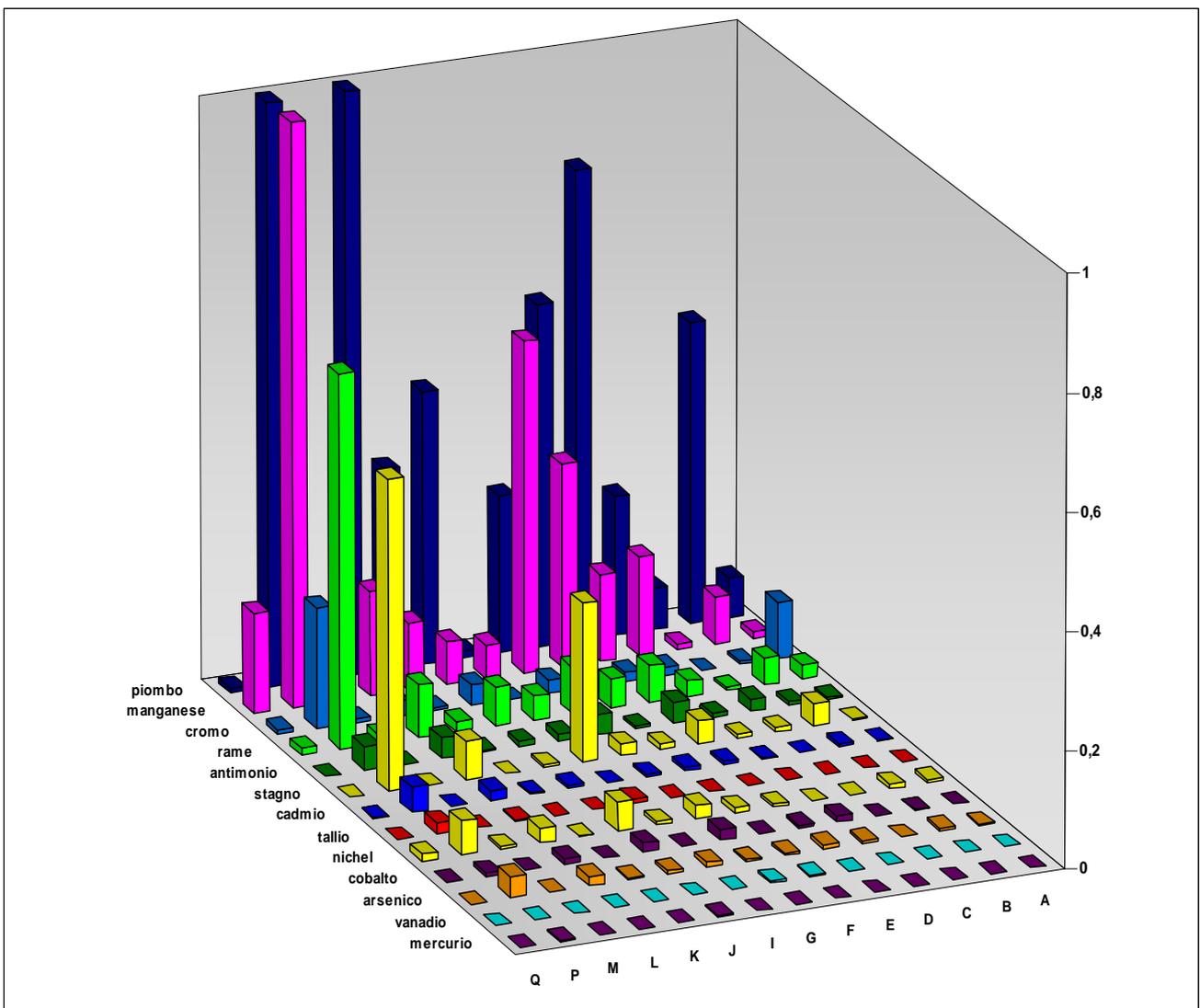


GRAFICO 12 – Distribuzione percentuale dei singoli metalli sui diversi impianti

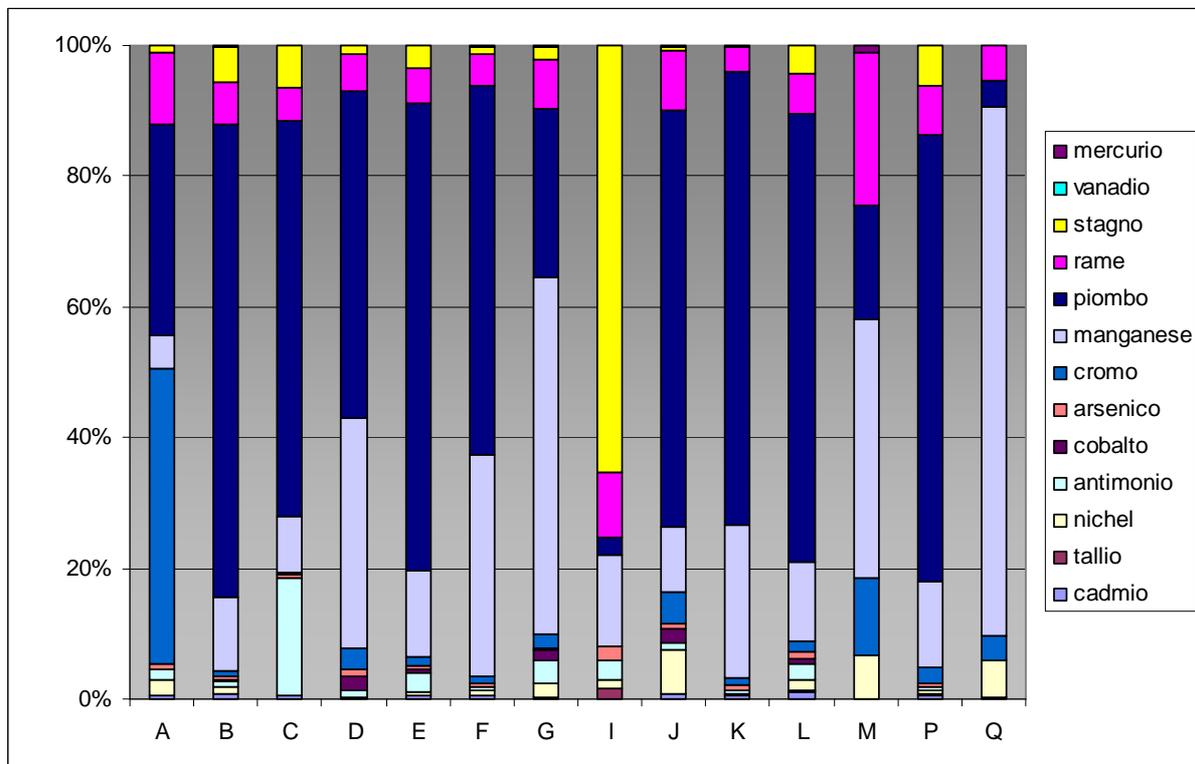
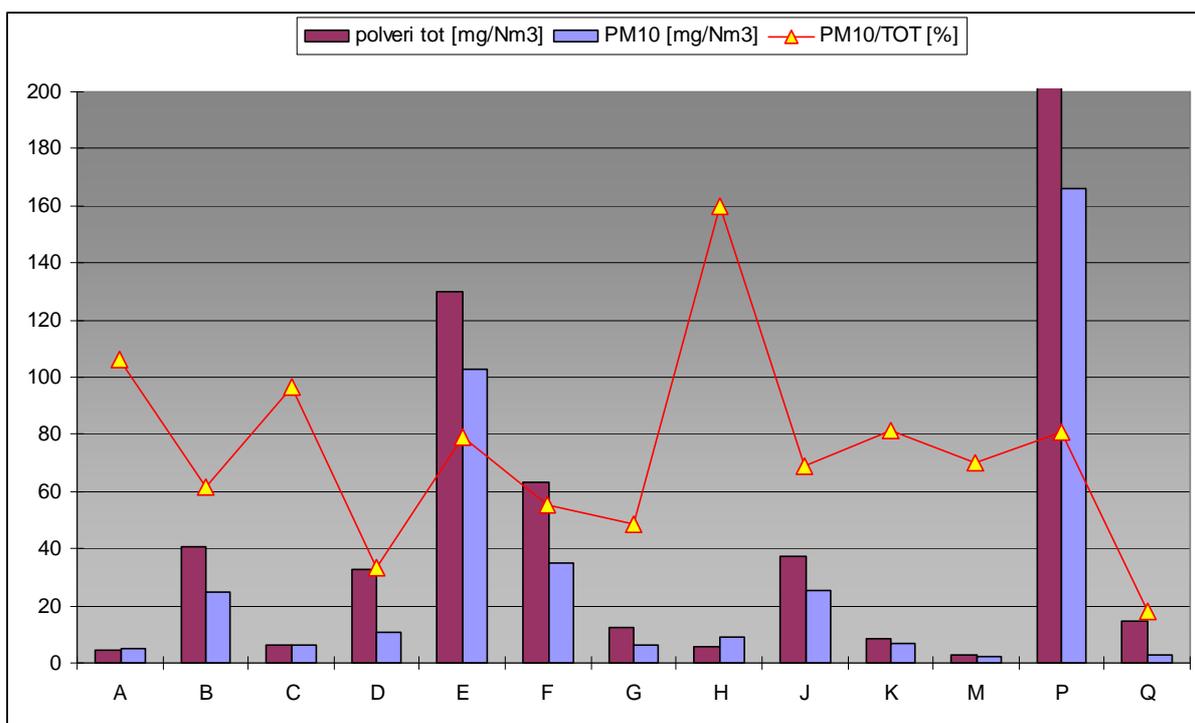


GRAFICO 13 – Valori misurati di polveri totali e PM<sub>10</sub> in emissione



### 5.3 COMPOSTI DEL CLORO E DEL FLUORO (HCl – HF)

Le determinazioni dei composti inorganici del cloro e del fluoro espressi rispettivamente come HCl e HF hanno dato i valori visualizzati nel Grafico 14. In soli due casi sono stati registrati valori superiori al limite di rilevabilità per i composti del fluoro, mentre in generale su quasi tutti gli impianti si riscontrano valori apprezzabili di HCl con un valore massimo di quasi 45 mg/Nm<sup>3</sup> e una media che ben si differenzia tra impianti alimentati a legno trattato e a legno vergine, rispettivamente pari a 17,9 e 3,5 mg/Nm<sup>3</sup>, a riscontro della maggiore presenza di contaminazioni associabili a impurezze contenenti composti clorurati nel combustibile derivante da legno trattato.

Non sono comunque mai stati registrati sforamenti del valore limite alle emissioni che l'All. 2 – Suballegato 2 del DM 05/02/1998 fissa, quale media semioraria, a 60 mg/Nm<sup>3</sup>, mentre l'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 pone pari a 30 mg/Nm<sup>3</sup> con soglia di rilevanza di 300 g/h

TABELLA 9 – Valori medi, massimi e minimi registrati per i composti del cloro e del fluoro

Parametro	u.m.	media	min	max	media A-L	media M-Q
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>14,8</b>	< l.r.	44,2	<b>17,9</b>	<b>3,4</b>
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>0,08</b>	< l.r.	0,6	<b>0,05</b>	<b>0,2</b>

GRAFICO 14 – Valori misurati di composti inorganici del cloro e del fluoro

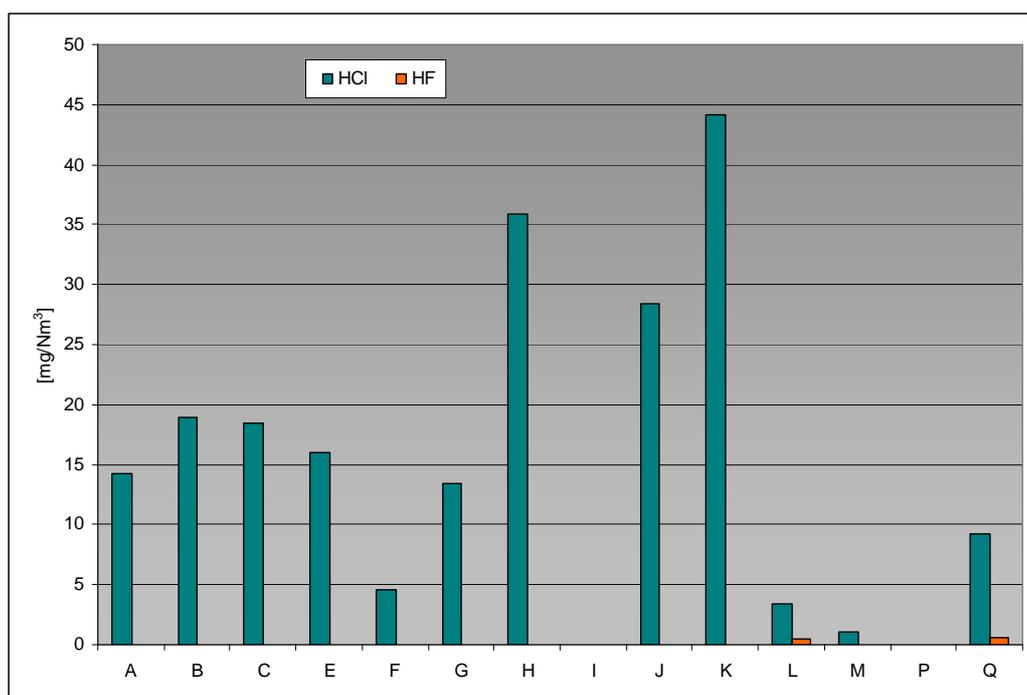
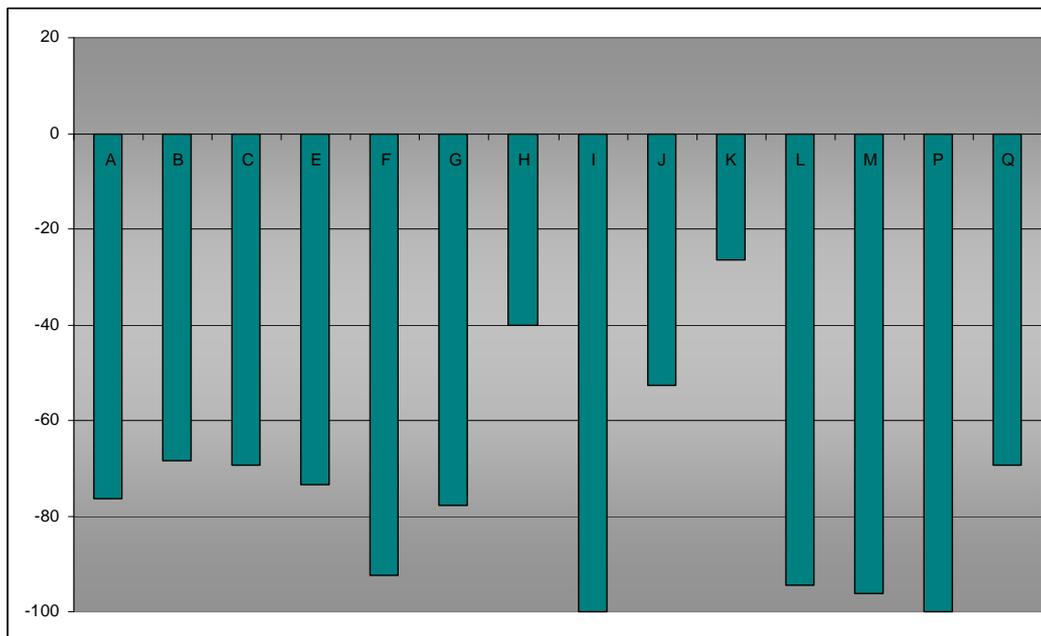


GRAFICO 15 – Valori percentuali di emissione in relazione al rispettivo limite per il parametro HCl



NOTA: Limite impianti A-L a legno trattato: 60 mg/Nm<sup>3</sup>  
 Limite Impianti M-Q a legno vergine: 30 mg/Nm<sup>3</sup>

#### 5.4 MICROINQUINANTI ORGANICI (IPA – PCDD/PCDF)

La ricerca degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di policlorodibenzofurani e policlorodibenzodiossine (PCDD/PCDF), per il suo elevato impegno, sia in termini di risorse umane dedicato alla fase di campionamento che di costi analitici, è stata volutamente limitata solamente ad una parte degli impianti controllati. Nel complesso sono stati raccolti i valori di concentrazione in emissione per 7 impianti a legno trattato (A, B, E, F, G, J, K) e 3 impianti a legno vergine (M, P e Q). È bene ricordare che, se non diversamente specificato, il valore di diossine e furani è espresso in termini di tossicità equivalente in accordo a quanto indicato al punto A.4. dell'Allegato 1 al D.Lgs. 133/2005 e con il termine IPA si considera la somma degli idrocarburi policiclici aromatici presi in considerazione sia al punto 6 dell'Allegato 2 – Suballegato 2 del DM 05/02/1998 che al punto A.4. del sopracitato decreto legislativo.

Ai fini del presente lavoro si ritiene utile sottolineare che per entrambe le famiglie di composti la formazione è conseguenza di reazioni di sintesi indesiderate che si verificano nel corso di un processo di combustione in determinate condizioni. In particolare la formazione di anelli benzenici condensati a partire da frammenti di idrocarburo appare favorita dalla carenza di ossigeno e da elevate temperature (> 650°C); gli IPA formati sono sostanze chimicamente

piuttosto stabili e a temperatura ambiente si presentano allo stato solido, caratteristica che giustifica la loro generale tendenza a condensare sul particolato eventualmente presente.

Altrettanto complessa è la formazione di diossine e furani per i quali è necessaria la presenza dei cosiddetti precursori che forniscano in particolare gli atomi di cloro presenti nella molecola. Contrariamente agli IPA, le diossine tendono a permanere in forma gassosa e risultano termolabili, motivo per cui negli impianti di incenerimento viene imposta la temperatura minima in camera di combustione di 850°C con tempi di permanenza di almeno 2 secondi; sono tuttavia noti meccanismi di riformazione di diossine e furani nelle cosiddette zone fredde (200-650°C) a valle della zona di combustione, catalizzati dalla presenza di metalli (in particolare dal rame) nelle polveri eventualmente presenti [cfr. *BRef incenerimento rifiuti*]

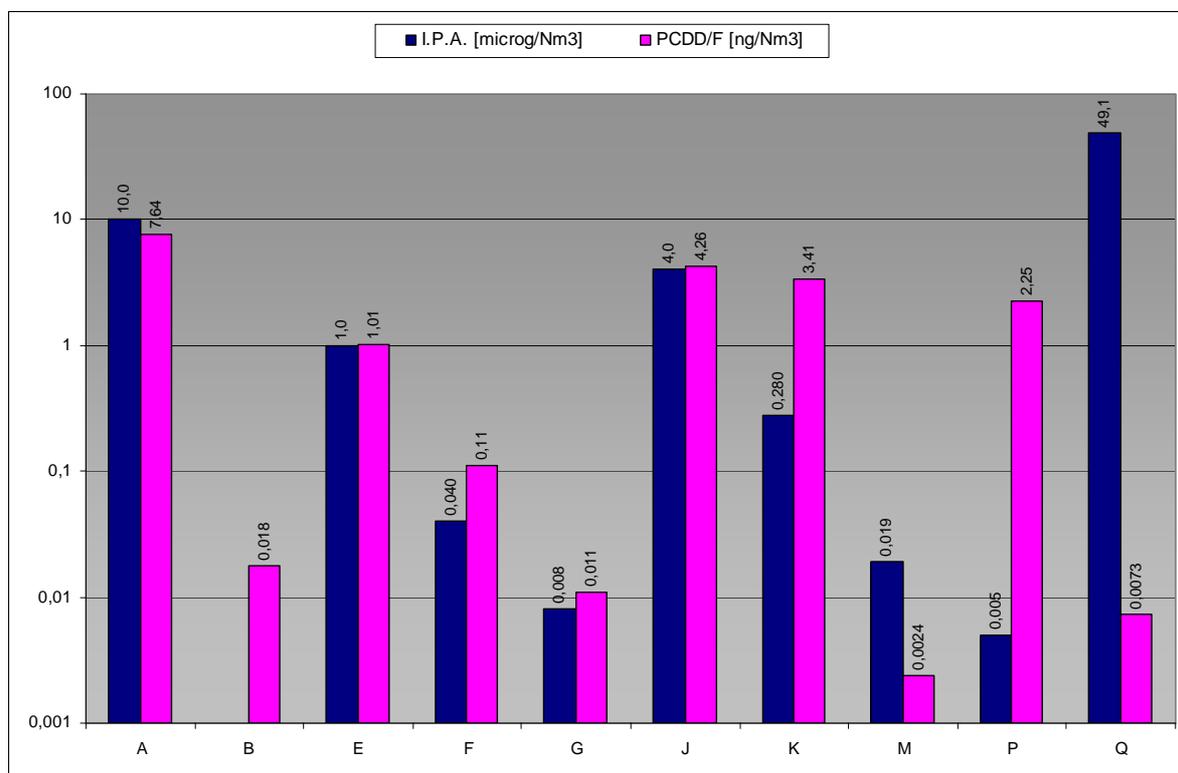
Dal punto di vista amministrativo si riporta quanto già evidenziato nel precedente capitolo 2. In relazione agli impianti termici alimentati a legno trattato quanto disposto dall'All. 2 – Sub. 1, Punto 6 del DM 05/02/1998 fissa un limite alle emissioni pari a 0,1 ng/Nm<sup>3</sup> per i PCDD/F, espressi come diossina equivalente, e 0,01 mg/Nm<sup>3</sup> per gli IPA come valori medi rilevati su un periodo di campionamento di 8 ore, mentre per gli impianti a legno vergine la Parte III dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. non prevede alcun limite specifico. In tale situazione è necessario fare riferimento alle indicazioni per classi di composti di cui alla Parte II dell'Allegato I ed in particolare, con riferimento a PCDD/PCDF, alla Parte II, Tabella A2 dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 che per i composti in Classe I indica un limite di 0,01 mg/Nm<sup>3</sup> con soglia di rilevanza di 0,02 g/h; pur tenendo conto dei fattori di tossicità equivalente, si vengono quindi a determinare, per le due categorie di impianti, limiti di emissione differenti per diversi ordini di grandezza.

Il successivo Grafico 16 visualizza su scala logaritmica, data la notevole variabilità dei dati, i valori di IPA espressi in µg/Nm<sup>3</sup> e PCDD/PCDF espressi in ng/Nm<sup>3</sup>, determinati su dieci impianti. Rispetto ai limiti di legge emerge subito che mentre nel caso degli IPA in una sola unità a legno trattato viene raggiunto il limite (A), in relazione a diossine e furani se si fa riferimento alla soglia di 0,1 ng/Nm<sup>3</sup> sono ben 6 gli impianti che superano o raggiungono all'emissione tale valore (5 a legno trattato, 1 a legno vergine). Come già segnalato al precedente punto 5.2 per i metalli presenti in emissione, appare anomalo il valore di diossine relativo all'impianto P rispetto a quanto determinato nei restanti impianti alimentati a legno vergine; a tale proposito sembra opportuno riportare che la ditta ha successivamente dichiarato di aver acquistato da terzi materiale legnoso da avviare alla combustione, ad integrazione di quanto derivante dal proprio ciclo produttivo.

TABELLA 10 – Valori medi, massimi e minimi registrati per i parametri IPA e PCDD/PCDF

Parametro	u.m.	media	min	max	media A-K	media M-Q
Idrocarburi Policiclici Aromatici	mg/Nm <sup>3</sup>	<b>0,0064</b>	< 0,00001	0,049	<b>0,0022</b>	<b>0,0164</b>
Diossine e Furani (totale I-TE)	ng/Nm <sup>3</sup>	<b>1,872</b>	0,0024	7,640	<b>2,351</b>	<b>0,753</b>

GRAFICO 16 – Valori misurati di IPA e PCDD/PCDF



Sulla base di quanto sopra riportato, si poteva ipotizzare una qualche correlazione tra i valori dei microinquinanti organici e la presenza di particolato e di composti del cloro nei fumi emessi a camino. Il successivo Grafico 17 visualizza i valori trovati per tali quattro parametri sugli impianti analizzati.

Come evidenziato anche dai successivi Grafici 18, 19 e 20, le misurazioni a camino effettuate nella presente campagna di controlli non danno riscontro di alcuna correlazione significativa; in particolare, rispetto ai valori in emissione di PCDD/PCDF, non sembra essere determinante la concentrazione di HCl che si può verosimilmente supporre sempre largamente in eccesso rispetto ai quantitativi stechiometrici teoricamente necessari alla formazione di diossine e furani, presenti pur sempre nei fumi in quantitativi dell'ordine dei ng/Nm<sup>3</sup>. Analogamente, come ipotizzabile dal momento che non entra direttamente in gioco nella formazione di diossine e furani, non si evidenziano correlazioni tra i valori determinati di rame e PCDD/PCDF (cfr. Grafico 21)

In generale, come meglio evidenziato al successivo Grafico 22, si può notare che la soglia di concentrazione di 0,01 mg/Nm<sup>3</sup> per gli IPA appare difficilmente raggiungibile anche in impianti in cui altri parametri attestano condizioni di combustioni non ottimali, mentre il valore di 0,1 ng/Nm<sup>3</sup> per le diossine e i furani sembra di gran lunga superabile laddove nell'impianto termico si vengano a realizzare le condizioni idonee alla loro formazione.

GRAFICO 17 – Valori misurati di polveri totali, HCl, IPA e PCDD/PCDF

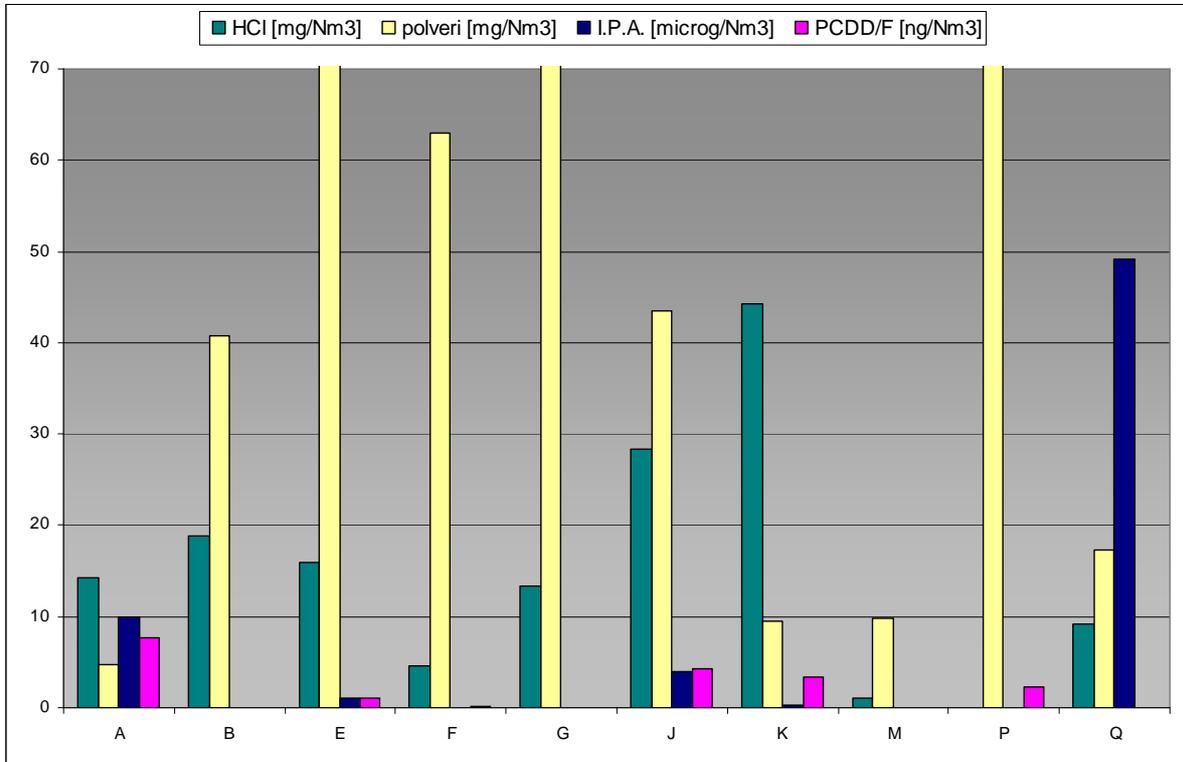


GRAFICO 18 – Correlazione PCDD/PCDF e HCl

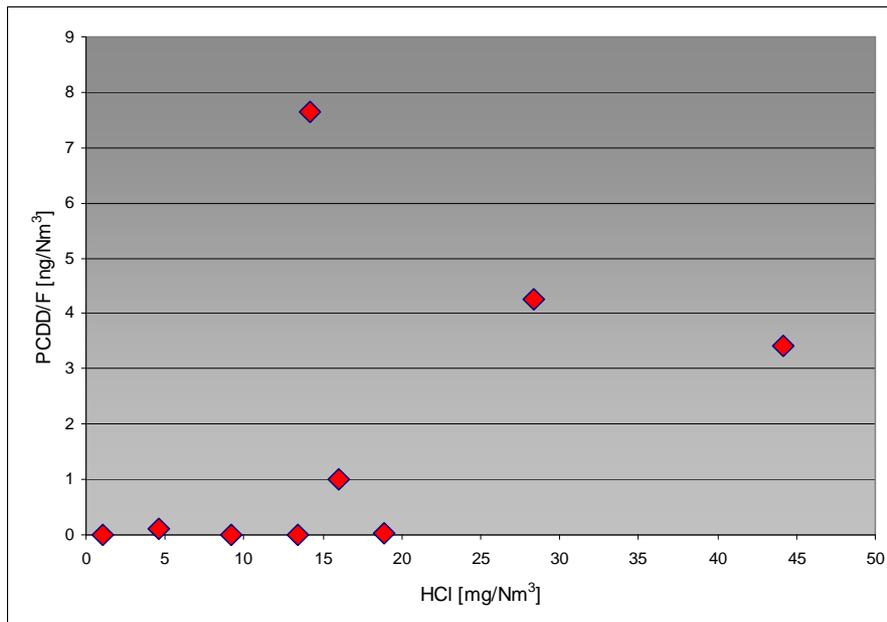


GRAFICO 19 – Correlazione PCDD/PCDF e polveri totali

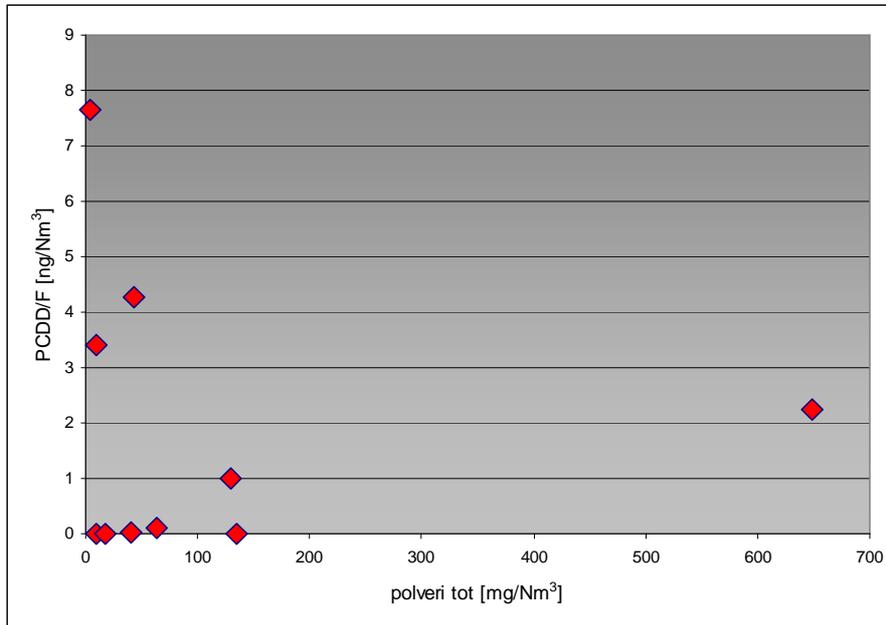


GRAFICO 20 – Correlazione IPA e polveri totali

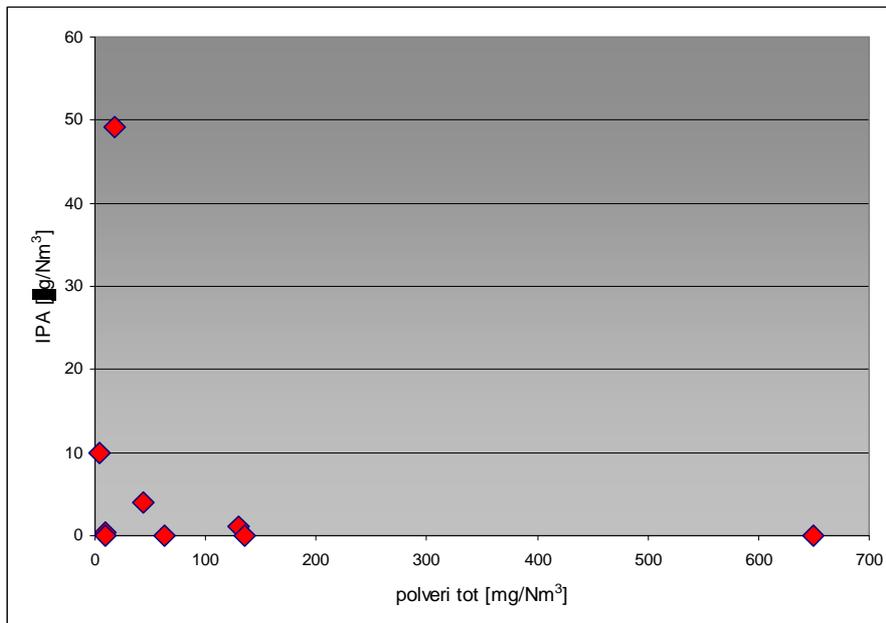


GRAFICO 21 – Correlazione PCDD/PCDF e Rame

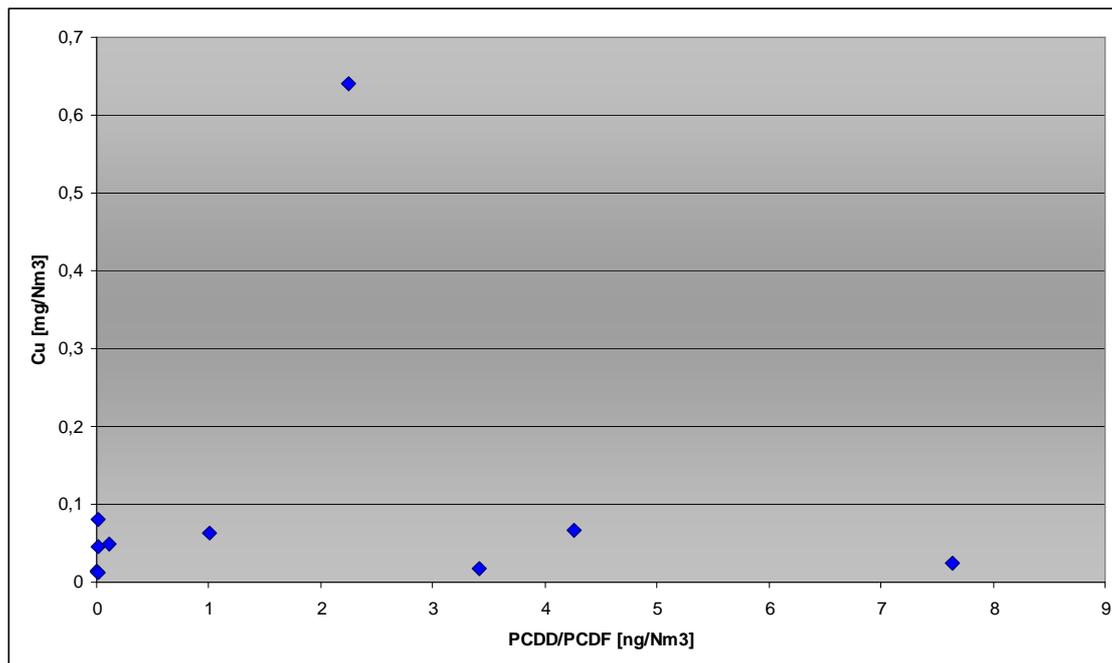
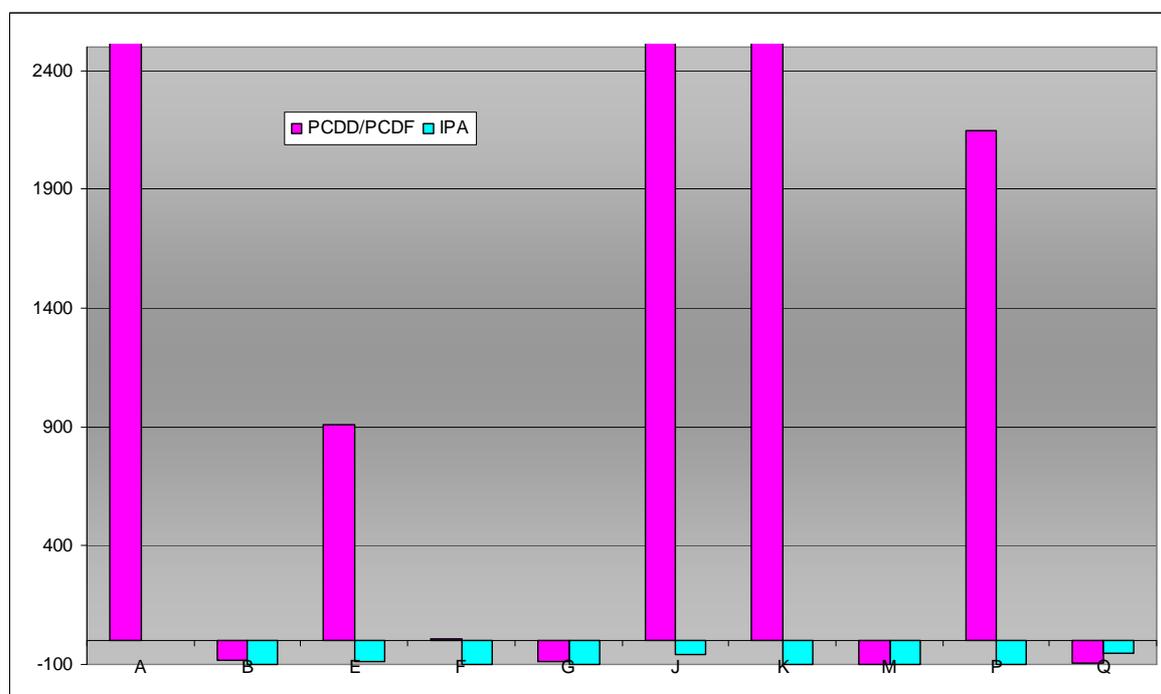


GRAFICO 22 – Valori percentuali di emissione in relazione al limite per i parametri PCDD/PCDF e IPA



**NOTA:** Per omogeneità, in relazione gli impianti M, P e Q a legno vergine, il calcolo per il parametro PCDD/PCDF è stato effettuato sempre rispetto al valore di 0,1 ng/Nm<sup>3</sup> espressi come totale I-TE pur se tale valore non costituisce il limite alle emissioni

Le elevate concentrazioni di PCDD/PCDF riscontrate a camino su un numero rilevante di impianti appaiono ovviamente di notevole criticità nonostante le unità termiche analizzate siano caratterizzate da portate decisamente modeste e da un funzionamento limitato alla sola stagione invernale.

Partendo dai dati di portata e rispettiva concentrazione determinati nella campagna di controllo su tutti gli impianti a legno trattato, è stato ipotizzato un funzionamento medio delle unità termiche di 12 ore/giorno per un totale di 100 gg/anno. La successiva Tabella 11 sintetizza tali dati. Senza entrare in valutazione di ordine tossicologico, appare evidente che gli impianti controllati che utilizzano legno trattato risultano potenzialmente emettere nell'ambiente quantitativi annui di diossine e furani non trascurabili. Ribadita l'anomalia rappresentata dall'impianto P, il contributo emissivo degli impianti alimentati esclusivamente a legno vergine sembra invece di gran lunga inferiore.

Tabella 11 – Stima dei flussi di massa relativi a diossine e furani

	Impianto	Portata	PCDD/F (totale I-TE) <sup>1</sup>	Flusso di massa	Flusso emissivo annuo	note
		Nm <sup>3</sup> /h	ng/Nm <sup>3</sup>	µg/h	mg/anno	
caldaie a legno trattato	A	3100	6,95	21,55	25,9	
	B	8100	0,014	0,11	0,14	
	E	3400	0,59	2,01	2,41	
	F	2100	0,09	0,19	0,23	
	G	11800	0,003	0,04	0,04	
	J	4300	2,68	11,52	13,8	
	K	5400	2,15	11,61	13,9	
caldaie a legno vergine	M	8800	0,0024	0,02	0,03	
	P	3200	1,22	3,90	4,7	acquistati scarti di legno da terzi
	Q	5500	0,0073	0,04	0,05	

Nota 1 – Concentrazioni non riferite all'11% di ossigeno

## 6 CONCLUSIONI

La serie di monitoraggi delle emissioni in atmosfera condotta su impianti termici alimentati a sfridi di legno trattato e non, con potenzialità termica nominale tra 1 e 4 MW, ha permesso di disporre di un numero significativo di dati utilizzabili per un primo approfondimento tecnico-analitico a verifica delle potenziali criticità connesse alle emissioni in atmosfera generate nell'attività di recupero energetico di tali residui legnosi.

L'attività realizzata ha inoltre consentito di confrontare i valori di emissioni derivanti dagli impianti di combustione con i relativi limiti di legge, anche in un'ottica più generale che, slegandosi dal controllo del singolo punto emissivo, cerca di valutare l'idoneità delle soluzioni tecnologiche usualmente adottate in funzione del rispetto dei limiti stessi.

Parallelamente le verifiche tecniche condotte hanno consentito di evidenziare una serie di criticità di carattere tecnico-gestionale, legate in particolare alla conduzione degli impianti di combustione.

I successivi punti riassumono le principali conclusioni deducibili dai dati analitici illustrati nel precedente capitolo 5.

- ✓ **Monossido di carbonio (CO)** - I valori medi di emissione da impianti termici alimentati a sfridi di legno trattato risultano in genere molto più bassi rispetto a quelli registrati da impianti alimentati a legno vergine, dove il superamento del rispettivo limite è stato accertato in modo sistematico. Trattandosi di un inquinante per il quale non è comunque previsto uno specifico sistema di abbattimento, tale evidenza sembra attribuibile non tanto al tipo di materiale alimentato, quanto al fatto che negli impianti a legno vergine non viene imposto dalla normativa vigente il controllo in continuo del CO nei fumi di combustione. L'installazione di specifici sensori di misura potrebbe facilmente consentire una migliore regolazione delle condizioni di combustione e una significativa riduzione dei livelli di concentrazione emessi anche negli impianti a legno vergine.
- ✓ **Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)** - I valori mediamente riscontrati in emissione per le due tipologie di combustibile concordano con quanto era lecito attendersi tenuto conto dei meccanismi di formazione di tale inquinante e del contenuto in azoto dei materiali bruciati. Pertanto appare in larga misura "fisiologico" il superamento del limite di 400 mg/Nm<sup>3</sup>, accertato quasi sistematicamente sui 12 impianti a legno trattato controllati nell'ambito della presente indagine, dal momento che risultano assenti specifici sistemi di abbattimento. L'imposizione di tali sistemi, che richiederebbe inevitabilmente anche l'integrazione dei sistemi di monitoraggio installati con specifici sensori di misura, andrebbe attentamente presa in esame, mediante un'opportuna valutazione costi-benefici che tenga conto sia delle concentrazioni e dei flussi emissivi in gioco, che della sostenibilità economica e gestionale da parte delle aziende.
- ✓ **Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)** - I dati dimostrano il generale basso contenuto di zolfo nei materiali legnosi bruciati, pur notandosi mediamente una maggiore concentrazione in emissione negli impianti alimentati a scarti legnosi derivanti da lavorazioni di pannelli

aggregati. In nessun caso appare problematico il rispetto del limite imposto dalla vigente normativa.

- ✓ Polveri totali e  $PM_{10}$  – Il sistema di abbattimento installato e la relativa efficienza influiscono in modo determinante sul livello di concentrazione emessa a camino. In generale i dati raccolti confermano che l'installazione di soli sistemi inerziali di abbattimento delle polveri (multicicloni) non sembrano in grado di garantire il rispetto dei limiti, il cui superamento comunque è stato varie volte accertato anche in presenza di sezioni finali di abbattimento con sottostazioni filtranti a maniche. Tenuto inoltre conto della generale problematica legata alla frazione inalabile del particolato atmosferico, l'installazione di efficienti filtri a maniche appare del tutto auspicabile anche in considerazione del fatto che mediamente il 65 % della polvere emessa è costituita dalla frazione  $PM_{10}$ .
- ✓ Metalli – L'esigenza sopra evidenziata di disporre di efficienti sistemi di abbattimento delle polveri è altrettanto evidente in relazione ai metalli pesanti emessi con i fumi di combustione dal momento che è stata dimostrata una discreta costanza del rapporto tra il quantitativo complessivamente emesso di metalli e il rispettivo valore di polveri totali. Peraltro, i dati analitici raccolti evidenziano che il superamento del limite di legge per il parametro  $\Sigma$ metalli (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn) nella quasi totalità dei casi è stato accertato parallelamente al superamento dei limiti per le polveri. In termini qualitativi un raffronto tra impianti a legno trattato e altri impianti, sembra evidenziare una certa differenza nelle distribuzioni percentuali con una tendenziale maggiore presenza di Piombo negli impianti a sfridi di legno trattato rispetto a quanto registrato negli impianti a legno vergine, dove invece prevale il Manganese; tuttavia in relazione alla presenza di alcuni casi anomali, quanto detto necessita di ulteriori dati di conferma. Nella totalità dei casi non vi è invece stata evidenza di criticità legate all'emissione di Cadmio, Tallio e Mercurio.
- ✓ HCl e HF - In soli due casi sono stati registrati valori superiori al limite di rilevabilità per i composti del fluoro che, pertanto, nelle unità termiche controllate non rappresenta fonte di criticità. Per contro su quasi tutti gli impianti si riscontrano valori apprezzabili di HCl con un valore medio che ben si differenzia tra impianti alimentati a legno trattato e a legno vergine, a riscontro della maggiore presenza di contaminazioni associabili a impurezze contenenti composti clorurati nel combustibile derivante da legno trattato. Anche per i composti del cloro il limite imposto è comunque sempre stato rispettato.
- ✓ I microinquinanti organici (IPA e PCDD/PCDF) sono stati determinati complessivamente su dieci impianti. Richiamato quanto evidenziato al paragrafo 5.4 relativamente ai valori limite di emissione per le due categorie di combustibile, dal confronto con i limiti di legge emerge che, mentre nel caso degli IPA in una sola unità a legno trattato viene raggiunto il limite, in relazione a diossine e furani, se si fa generalmente riferimento al valore di  $0,1 \text{ ng/Nm}^3$ , sono ben 6 quelli che superano o raggiungono all'emissione tale valore (5 a legno trattato, 1 a legno vergine). In relazione ai rispettivi limiti, si sottolinea comunque che la soglia di concentrazione di  $0,01 \text{ mg/Nm}^3$  per gli IPA appare difficilmente raggiungibile anche in impianti in cui altri parametri attestano condizioni di

combustioni non ottimali, mentre il valore di  $0,1 \text{ ng/Nm}^3$  per le diossine e i furani, laddove nell'impianto termico si vengano a realizzare le condizioni idonee alla loro formazione, risulta di gran lunga superabile (sono stati frequentemente osservati valori decine di volte oltre il limite).

Quanto sopra riportato, unitamente alle evidenze di carattere tecnico-gestionale e amministrativo raccolte nel corso dei controlli effettuati, porta alle considerazioni seguenti.

- ✓ Le misurazioni a camino effettuate nella presente campagna di controlli non danno riscontro di alcuna correlazione significativa tra i valori dei microinquinanti organici e la presenza di particolato e di composti del cloro nei fumi emessi a camino. In particolare, rispetto ai valori in emissione di PCDD/PCDF, non sembra essere determinante la concentrazione di HCl, che si può verosimilmente supporre sempre largamente in eccesso rispetto ai quantitativi stechiometrici teoricamente necessari alla formazione di diossine e furani, ma sono presumibilmente le condizioni di combustione in termini di temperature, modalità di adduzione del comburente, tempi di residenza, ecc., a influire in modo decisivo sulle concentrazioni a camino.
- ✓ In termini di flussi di massa, ipotizzando un funzionamento medio delle unità termiche di 12 ore/giorno per un totale di 100 gg/anno, si stima che gli impianti termici controllati che utilizzano legno trattato risultano potenzialmente emettere nell'ambiente quantitativi annui di diossine e furani non trascurabili. Il contributo emissivo degli impianti alimentati con certezza a solo legno vergine sembra invece di gran lunga inferiore.
- ✓ Riprendendo quanto detto in precedenza, appare fonte di particolare criticità la discontinuità di utilizzo degli impianti termici che rende difficoltosa l'ottimizzazione delle condizioni di combustione in relazione agli inquinanti emessi in tutte le diverse fasi di utilizzo. In quest'ottica si sottolinea l'importanza di una corretta fase progettuale iniziale che tenga conto dei reali fabbisogni dello stabilimento, puntando eventualmente a coprire punte di richiesta energetica con piccole unità di scorta alimentate a combustibili convenzionali, piuttosto che forzare grossi impianti a lunghi periodi di "mantenimento".
- ✓ Altrettanto determinante è la pianificazione e l'esecuzione delle previste attività manutentive sia del corpo caldaia, che del sistema di abbattimento e di misurazione in continuo dei fumi, in relazione alle quali andrebbe valutata l'opportunità di imporre un quadro prescrittivo più stringente, rendendo maggiormente consapoveli le ditte che l'impianto termico deve essere considerato parte integrante del processo produttivo e, in tal senso, correttamente gestito. Per il potenziale impatto ambientale di cui danno riscontro i dati analitici raccolti, qualora tale onere tecnico-gestionale possa costituire un eccessivo aggravio per le ditte, appare ragionevole spostare l'operazione di recupero energetico da sfridi di legno su impianti di maggior taglia che presentino una operatività più continua e sistemi di monitoraggio, controllo e contenimento degli inquinanti in grado di fornire maggiori garanzie in termini di tutela ambientale.

In conclusione, il presente lavoro di approfondimento condotto su alcuni impianti termici a sfridi di legno della Provincia di Treviso ha consentito di delineare una serie di criticità di carattere sia tecnico che gestionale di cui tener eventualmente conto in sede di rilascio dei

provvedimenti di autorizzazione; ulteriori futuri approfondimenti sembrano tuttavia auspicabili, con particolare riferimento alla verifica dell'influenza dovuta alla "qualità" del materiale combusto sui livelli di inquinanti emessi in atmosfera.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Veneto Agricoltura, La combustione delle biomasse lignocellulosiche di natura erbacea  
*<http://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/Progetto%20Biocolt/Cap%206.pdf>*
- Giavazzi M., La riduzione dell’impatto ambientale da combustione di biomassa solida attraverso le tecnologie di depurazione fumi, Boldrocchi srl - Divisione ecologia
- Francescato V., Moderni apparecchi a biomasse e polveri sottili, Associazione Italiana Energie Agroforestali (2011)
- Riccardi E., Valorizzazione energetica delle biomasse, Master universitario di primo livello in tecnologie per la gestione dei rifiuti - Università di Bologna, Facoltà di Chimica Industriale
- Conti A., Scarti del legno: biomasse o rifiuti?, Provincia di Macerata - Servizio Rifiuti
- GTR “Grandi Impianti di Combustione”, Linee guida per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecnologie disponibili – Proposta della Commissione ristretta (Giugno 2006)
- Federlegno Arredo triveneto, Settore legno-arredamento: importanza della combustione degli scarti legnosi  
*[www.federlegno.it/tool/download.php?id=2577&idst=1272](http://www.federlegno.it/tool/download.php?id=2577&idst=1272)*
- ARPAV Dipartimento Prov.le di Belluno, Rapporto conclusivo InterConfronto Emissioni in Atmosfera - IC NORDEST 002 - OSSIDI, TOC, HCl (2007)  
*[http://www.arpa.veneto.it/aria\\_new/docs/aria/IC\\_NORDEST\\_002\\_rapporto\\_conclusivo.pdf](http://www.arpa.veneto.it/aria_new/docs/aria/IC_NORDEST_002_rapporto_conclusivo.pdf)*
- ARPAV Dipartimento Prov.le di Treviso, Provincia di Treviso, Standardizzazione delle metodologie operative per il controllo delle emissioni in atmosfera – Linee guida (2009)  
*[http://ecologia.provincia.treviso.it/upload/P1\\_126\\_progettocaminibreverev1.pdf](http://ecologia.provincia.treviso.it/upload/P1_126_progettocaminibreverev1.pdf)*
- Zuberbühler U., Baumbach G., Entwicklung eines Feuerungskonzeptes zur Verbesserung des Ausbrandes bei gleichzeitiger NOx-Minderung bei der Holzverbrennung im gewerblichen Bereich, Università di Stoccarda (Marzo 2000)
- Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, European Commission (Agosto 2006)  
*[ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/wi\\_bref\\_0806.pdf](ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/wi_bref_0806.pdf)*
- Polo E., Tesi di laurea magistrale “Indagine sul settore produttivo del legno in riferimento alla produzione di rifiuti di lavorazione- Messa a punto di un metodo per la determinazione del contenuto di resine sintetiche nei materiali legnosi”, Università Ca’ Foscari di Venezia (2011)
- Merlo F., Tesi di laurea “La produzione di scarti nel settore del legno della Provincia di Treviso prima e dopo l’entrata in vigore del DPCM 8 marzo 2002”, Università Cà Foscari di Venezia (2006), Corso di laurea in Scienze Ambientali

- Giugliano M., Le emissioni di inquinanti da combustioni fisse – Dispense dal corso “Impianti di trattamento degli effluenti gassosi”, Politecnico di Milano
- Battistoni M., Combustibili e Combustione – Dispense dal corso di Macchine, Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Ingegneria Industriale (A.A. 2007-2008)

## 8 ALLEGATI

**ALLEGATO A.1 – Tabella riepilogativa dati del monitoraggio**

		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		legno trattato								
potenzialità	MW	3,49	5,2	2,90	2,30	2,38	2,96	3,50	3,50	1,74
portata normalizzata secca	Nm <sup>3</sup> /h	3100	8100	4400	4800	3400	2100	11800	11200	3800
ossigeno (O <sub>2</sub> )	% v/v	11,9	13,2	12,7	15,2	15,1	12,6	18	17	16
anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	% v/v	8,3	7,6	8,1	5,3	4,9	7,4	2,9	2,9	4,5
monossido di carbonio (CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	458	45,7	62,1	666	1222	87,6	28,7	55,8	82
ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	463	738	626	402	659	518	627	542	534
ossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	105	89	55,7	29,5	10,6	7,3	6,3	< 5	42
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	14,2	18,9	18,4	/	16	4,6	13,4	35,9	< 0,5
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,6	< 0,9	< 0,9	/	< 0,1	< 0,6	< 0,9	< 0,9	< 0,1
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	/	/	/	/	0,4	/	/	/	< 0,2
polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	4,7	40,7	6,4	33	130	63	135	13	29,8
Cd+Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0009	0,0054	0,0005	0,0009	0,0062	0,0060	0,0035	/	0,0071
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,0010	0,0006	< 0,0002	< 0,00001	< 0,00001	0,00044	< 0,0001	/	< 0,0001
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,22	0,71	0,098	0,48	1,1	1,03	1,04	/	0,40
polveri totali (*)	mg/Nm <sup>3</sup>	/	/	/	/	/	/	12,6	5,7	/
polveri inalabili - PM <sub>10</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	5,0	25,1	6,2	11	103	35	6,1	9,1	/
I.P.A.	mg/Nm <sup>3</sup>	0,010	< 0,00001	/	/	0,001	0,00004	0,000008	/	/
PCDD+PCDF (totale I-TE)	ng/Nm <sup>3</sup>	7,64	0,018	/	/	1,01	0,11	0,011	/	/

(\*) Campionamenti di polveri ripetuti simultaneamente alla determinazione dei PM10

**ALLEGATO A.1 - Tabella riepilogativa dati del monitoraggio**

		J	K	L	M	N	O	P	Q
		legno trattato	legno trattato	legno trattato	legno vergine	legno vergine	legno vergine	legno vergine	cippato di legna
potenzialità	MW	3,75	3,48	3,37	5,90	1,16	1,16	1,64	2,98
portata normalizzata secca	Nm <sup>3</sup> /h	4300	5400	3900	8800	2600	1800	3200	5500
ossigeno (O <sub>2</sub> )	% v/v	14,7	14,7	15,3	15,3	12,3	14,6	14,6	9,6
anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	% v/v	5,8	5,7	4,9	5,6	7,5	3,5	6,1	11,41
monossido di carbonio (CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	180	20,4	2028	781	1862	1224	1627	1247
ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> come NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	486	631	343	236	404	165	592	117
ossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	107	106	40,7	10,6	21,5	11,1	7,7	30
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	28,4	44,2	3,4	1,1	/	/	< 0,4	9,2
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,4	< 0,4	0,5	< 0,5	/	/	< 0,4	0,6
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	0,17	< 0,1	14,6	/	/	/	0,35	8,1
polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	43,5	9,5	92	9,8	1968	110	649	17,3
Cd+Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,006	0,0025	0,02	< 0,004	/	/	0,0610	0,0006
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0015	0,0014	< 0,002	0,0006	/	/	0,0016	< 0,00161
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,73	0,49	1,47	0,057	/	/	8,40	0,21207
polveri totali (*)	mg/Nm <sup>3</sup>	37,4	8,6	/	3	/	/	205	14,9
polveri inalabili - PM <sub>10</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	25,7	7	/	2,1	/	/	166	2,7
I.P.A.	mg/Nm <sup>3</sup>	0,004	0,00028	/	0,000019	/	/	0,000005	0,0491
PCDD+PCDF (totale I-TE)	ng/Nm <sup>3</sup>	4,26	3,41	/	0,0024	/	/	2,25	0,0073

(\*) Campionamenti di polveri ripetuti simultaneamente alla determinazione dei PM10

**ALLEGATO A.2 - Concentrazioni medie dei singoli metalli determinati espresse in mg/Nm<sup>3</sup>**

	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	P	Q
	legno trattato	legno vergine	legno vergine	Cippato vergine										
cadmio	0,0009	0,0055	0,0005	0,0009	0,0062	0,0060	0,0035	< 0,0001	0,0057	0,0025	0,017	< 0,0002	0,043	0,0006
tallio	< 0,004	< 0,0006	< 0,0010	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0045	0,007	< 0,009	< 0,007	0,003	< 0,0030	0,018	< 0,007
nichel	0,0056	0,0081	< 0,0002	< 0,001	0,0045	0,0085	0,023	0,0053	0,049	0,0013	0,025	0,0038	0,058	0,01181
antimonio	0,0035	0,0067	0,021	0,006	0,036	0,0049	0,034	0,012	0,009	0,0034	0,036	< 0,0006	0,041	< 0,0015
cobalto	< 0,004	0,0006	< 0,0010	0,010	0,0042	0,0009	0,017	< 0,0001	0,016	< 0,007	0,010	< 0,004	0,006	< 0,007
arsenico	0,0014	0,0051	0,0007	0,005	0,0076	0,0040	0,0031	0,0087	0,005	0,0032	0,015	< 0,0006	0,036	< 0,0015
cromo	0,097	0,0050	0,0002	0,015	0,016	0,0134	0,023	< 0,0001	0,035	0,0058	0,026	0,0068	0,207	0,00811
manganese	0,011	0,082	0,010	0,17	0,15	0,35	0,57	0,058	0,073	0,116	0,18	0,0226	1,13	0,17212
piombo	0,069	0,52	0,070	0,24	0,81	0,59	0,27	0,011	0,469	0,346	1,02	0,010	5,8	0,00833
rame	0,024	0,046	0,0060	0,027	0,063	0,050	0,08	0,041	0,066	0,018	0,090	0,0133	0,64	0,01171
stagno	0,0022	0,039	0,0075	0,006	0,039	0,0104	0,02	0,27	0,005	< 0,015	0,065	< 0,006	0,53	< 0,0015
vanadio	< 0,004	0,0006	< 0,0010	< 0,001	< 0,0001	0,0023	0,0026	< 0,0001	< 0,009	< 0,007	< 0,009	< 0,003	< 0,008	< 0,007

## **ALLEGATO A.3 – Schede descrittive impianti**

### **IMPIANTO A**

#### *Attività*

La ditta produce mobili a partire da materie prime costituite da pannelli in truciolare nobilitato ed impiallacciati.

#### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima di base per la produzione dei componenti in legno è il pannello truciolare. I pannelli utilizzati in azienda sono prodotti con colle ureiche induritori contenenti fosfato e solfato di ammonio, paraffine, melamina. I pannelli possono essere nobilitati con carte melaminiche, melaminiche - ureiche, ureiche - acriliche. La bordatura dei pannelli avviene con utilizzo di materiali in carta o plastici; in particolare i bordi in carta sono in prevalenza costituiti da cellulosa impregnata con resine termoindurenti (ureiche-acriliche) mentre quelli in materiale plastico sono costituiti da polimeri di ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene). Non vengono utilizzati bordi in Polivinilcloruro - PVC. Nelle operazioni di incollaggio dei bordi, o nella fase di montaggio, sono utilizzate colle di tipo vinilico, disperse in acqua, o termofondenti; allo scopo possono venire utilizzati anche adesivi poliuretanic.

#### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Tutte le linee di lavorazione meccanica (montaggio, squadrabordatura, sezionatura, lavorazioni su misura, macinatura) sono pneumaticamente collegate a due sili di stoccaggio, a loro volta collegati ad un silo con funzioni di accumulo del materiale per l'alimentazione della camera di combustione dell'impianto termico. Il combustibile che alimenta l'impianto di combustione presenta pertanto le medesime caratteristiche delle materie prime (pannelli, bordi, colle...) utilizzate per la produzione dei semilavorati.

#### *Descrizione del ciclo di produzione*

Sezionatura: i pannelli vengono sottoposti ad operazioni di sezionatura, con macchinari collegati ad una sottostazione filtrante, e a cui è collegato anche un macinatore utilizzato per sminuzzare ulteriormente gli sfridi di legno che vengono infine avviati a due sili e da qui trasferiti in un piccolo silo, che funge da stazione intermedia prima dell'immissione finale nell'unità termica. Tutte le fasi di trasporto delle polveri dalle sottostazioni filtranti ai sili avviene per via pneumatica.

Squadrabordatura: ai pannelli sezionati sono poi applicati i bordi mediante una linea di squadrabordatura integrata con macchine per la foratura e la spinatura; a tale impianto è annessa una coppia di sottostazioni di filtrazione dell'aria polverosa aspirata dalle macchine.

Lavorazioni su misura: alcune macchine (toupie, sega circolare, bordatrice monolato, pantografo), utilizzate per particolari lavorazioni su misura, sono collegate a due sottostazioni filtranti.

Montaggio : le operazioni di montaggio dei semilavorati per l'allestimento del prodotto finito sono effettuate con una serie di attrezzature collegate ad una sottostazione filtrante. Le fasi

principali del processo comprendono operazioni di foratura, l'applicazione di collante vinilico e l'assemblaggio manuale.

Imballaggio: l'imballaggio del prodotto avviene in forni ad alimentazione elettrica, con utilizzo di polistirene e polietilene termoretraibile. L'operazione non è provvista di sistema di aspirazione.

Pulizia di superficie: l'operazione consiste nella pulizia manuale mediante stracci imbevuti di solvente, del mobile, al termine del montaggio. I solventi, utilizzati nella misura di circa 1.500 kg/a, sono a base di acetone, propanolo e dicloropropano.

### *Impianto di combustione*

Le polveri che vengono convogliate all'impianto termico provengono da tutte le linee di lavorazione presenti nello stabilimento (montaggio, squadrabordatura, lavorazioni su misura, sezionatura e macinatura). Sono raccolte nei due silos di stoccaggio, convogliate ad un piccolo silo utilizzato come stazione intermedia, e utilizzate per alimentare l'unità termica.

### Potenza termica al focolare

La caldaia ha una potenza termica nominale al focolare pari a 3.490 kW.

### Tipologia di alimentazione:

Il combustibile solido viene introdotto nel focolare, del tipo a griglia mobile, con una portata massima di circa 800 kg/h.

### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto dall'impianto di combustione viene utilizzato per climatizzare i locali di stoccaggio e lavorazione dei pannelli in truciolare grezzo e nobilitato ad una temperatura non inferiore ai 18 gradi centigradi per consentire di svolgere correttamente le previste operazioni di lavorazione meccanica, bordatura ed incollaggio.

### Operatività dell'impianto

L'impianto di combustione è a regime circa 13 ore al giorno, mediamente tra il 01 novembre ed il 31 marzo di ogni anno, dalle 06.00 alle 19.00 di ogni giorno. Poiché il funzionamento dell'impianto è collegato al mantenimento a circa 18 gradi centigradi degli ambienti ove sono effettuate tutte le operazioni di lavorazione dei pannelli, esso è soggetto a spegnimenti e riaccensioni in funzione della richiesta termica dei locali.

### Parametri di controllo della combustione

L'impianto di combustione è provvisto di alimentazione automatica del combustibile mediante coclea, bruciatore pilota a gas metano, regolazione automatica del rapporto aria/combustibile. In particolare il sistema di monitoraggio delle emissioni è in grado di acquisire anche alcuni parametri gestionali della caldaia quali il segnale elettrico che rileva il funzionamento del sistema automatico di alimentazione e la temperatura in camera di combustione.

Tali valori vengono utilizzati dal sistema di monitoraggio delle emissioni – S.M.E. per verificare se la caldaia opera sopra il minimo tecnico, condizione questa vincolante per la validazione dei dati acquisiti dall'analizzatore di monossido di carbonio. La temperatura della camera di combustione viene misurata per mezzo di una termocoppia collocata in prossimità della camera secondaria definita di postcombustione.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Sulle emissioni rilasciate dall'impianto vengono monitorati i seguenti parametri:

temperatura fumi in uscita dalla caldaia (con termoresistenza)

tenore volumetrico di ossigeno nei fumi di combustione (a celle elettrochimiche ad ossido di zirconio)

concentrazione nei fumi del monossido di carbonio (con analizzatore del tipo all'infrarosso non dispersivo N.D.I.R.)

#### Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati

Lo schema di funzionamento del sistema di monitoraggio delle emissioni installato è il seguente:

sistema di misura per il monossido di carbonio del tipo "in situ" non estrattivo. L'unità elettronica è dotata di algoritmo per calcolare la concentrazione del monossido di carbonio riferita ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso dell'11% v/v come richiesto dalla normativa di riferimento. Il sistema è inoltre dotato di algoritmo per calcolare il valore di concentrazione del CO rapportato ai fumi anidri. Il sistema viene gestito dal personale interno della ditta.

La sonda del CO esegue un campionamento al minuto.

Vengono registrati i seguenti valori o stati di funzionamento:

stato della caldaia accesa/spenta/allarme

stato del dato valido/non valido

temperatura in camera di combustione

temperatura fumi in uscita dalla caldaia

tenore di ossigeno nei fumi

valore di concentrazione del monossido di carbonio.

Questi dati sono raccolti in files con formato "access" ed archiviati. Dall'archivio storico è possibile richiamare le tabelle con i dati, elaborare grafici, calcolare medie giornaliere o di un periodo impostato inferiore al giorno. Con i dati istantanei acquisiti, validati e registrati, il sistema è in grado di calcolare la media della semiora, la media giornaliera e la media mensile.

Le operazioni di acquisizione, validazione, registrazione, calcolo dei valori medi, ed archiviazione storica dei dati sono automatiche. Il programma elabora in automatico le seguenti tabelle che vengono archiviate in files formato "access":

tabella dei dati elementari

data

ora-minuto

tenore istantaneo di ossigeno misurato

concentrazione istantanea di CO misurato

concentrazione istantanea di CO riferita all'11% v/v di ossigeno

temperatura in camera di combustione

temperatura fumi in uscita dalla caldaia

dato valido si/no

tabella dati semiorari (ogni 30 minuti viene elaborata la media semioraria)

data  
ora-minuto  
tenore medio di ossigeno misurato  
concentrazione media di CO riferita all'11% v/v di ossigeno  
temperatura media in camera di combustione  
temperatura media fumi in uscita dalla caldaia  
dato valido si/no

tabella dei dati giornalieri  
data  
numero delle mezzore di funzionamento  
numero delle mezzore di normale funzionamento  
tenore medio di ossigeno misurato  
concentrazione media giornaliera di CO riferita all'11% v/v di ossigeno  
numero delle medie semiorarie valide

Il sistema di acquisizione vincola la validazione dei dati acquisiti ai seguenti parametri:  
segnale di caldaia acceso  
temperatura della camera di combustione  
tenore volumetrico di ossigeno nei fumi di combustione  
percentuale di disponibilità dei dati elementari superiore al 70%  
durata delle semiore di normale funzionamento superiore al 70% (ossia l'impianto deve rimanere in normale funzionamento almeno 21 minuti).

Relativamente al segnale di caldaia accesa, il sistema acquisisce il segnale elettrico di funzionamento della coclea di alimentazione. Un temporizzatore invia un segnale allo SME dopo 1-10 minuti dall'attivazione della coclea (l'intervallo di tempo è modificabile intervenendo sul software) di inizio registrazione dei dati istantanei.

Rispetto ai valori di temperatura misurati in camera di combustione, il sistema riconosce tre diversi stati:  
temperatura inferiore a 250°C  
temperatura compresa nell'intervallo 250°- 500°C  
temperatura superiore a 500°C.

Lo SME considera l'impianto a regime sopra il minimo tecnico quando la temperatura della camera di combustione supera i 500°C.

In relazione al tenore volumetrico di ossigeno, lo SME registra quei dati che son stati acquisiti con un tenore di ossigeno nei fumi inferiore al 14% v/v.

I vincoli posti alla validazione dei dati servono a definire i seguenti stati della caldaia:  
Caldaia in accensione (con temperatura della camera di combustione inferiore a 250°). In questa condizione lo SME non registra nulla.

Caldaia accesa sotto il minimo tecnico (con temperatura della camera di combustione superiore a 250° ma inferiore a 500°); in questa fase il software comincia a registrare i dati elementari che però non vengono validati.

Caldaia a regime (con temperatura della camera di combustione superiore a 500 gradi). Lo SME registra e valida i dati elementari, sempre che il tenore volumetrico di ossigeno nei fumi sia inferiore al 14%

Caldaia in stand-by. Questa situazione corrisponde ai transienti tipici di un impianto termico utilizzato per il riscaldamento degli ambienti. In questo caso, nonostante la temperatura della camera di combustione si mantenga sopra i 500 gradi, non essendoci richiesta termica per raggiunta temperatura dell'acqua di mandata, la coclea di alimentazione, i ventilatori d'aria comburente primaria e secondaria, l'impianto di aspirazione del camino sono fermi. Lo SME registra i dati elementari che però non vengono validati.

Calibrazione e taratura della sonda all'infrarosso

La taratura di zero viene effettuata ogni 12 mesi, la pulizia delle ottiche ogni due mesi.

La taratura della strumentazione "in situ" consiste nella determinazione in campo della curva di correlazione tra la risposta strumentale ed i valori forniti da un secondo sistema.

La calibrazione consiste nell'immettere tramite apposita cuvetta dei gas di test a concentrazione nota ed osservare la salita della curva caratteristica dello SME.

In particolare la curva caratteristica di questo SME è stata costruita in laboratorio utilizzando nove diverse concentrazioni di CO, ed una cuvetta a concentrazione zero di CO.

Per la calibrazione periodica dello strumento sono disponibili cuvette a diversa concentrazione nota di CO. Le procedure di calibrazione fanno parte integrante del software che gestisce lo SME, pertanto possono essere effettuate dal personale della ditta.

Sistema di abbattimento fumi

Il sistema filtrante, costituito da un multiciclone in serie con un filtro depolveratore del tipo a maniche filtranti, presenta le seguenti caratteristiche:

multiciclone costituito da 30 cicloni disposti in parallelo  
efficienza di separazione dichiarata del 80%

filtro depolveratore a maniche

portata volumica massima trattata 14.000

tessuto filtrante Nomex (poliammide aromatica) teflonato

grammatura 1,41 g/cm<sup>3</sup>

numero di maniche filtranti 168

superficie filtrante complessiva 256 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione 0,91 m/min

sistema di pulizia maniche con aria compressa in controcorrente

perdita di carico massima 981 Pa

temperatura massima di esercizio 280°C

In presenza di temperature dei fumi inferiori a 140°C e superiori a 250°C un dispositivo automatico attiva una serranda che by-passa il filtro depolveratore scaricando direttamente i fumi in atmosfera.

Nella fase di riaccensione della caldaia il tempo necessario per il raggiungimento della minima temperatura dei fumi, necessaria ad evitare fenomeni di condensazione degli stessi nel filtro e nelle tubazioni di adduzione, è di circa 5 minuti; tempo lievemente superiore nel caso di riaccensione dopo fermata prolungata dell'impianto.

#### *Gestione dei rifiuti*

A partire dal 2008 la ditta opera in regime di procedura semplificata per il recupero di rifiuti non pericolosi, ai sensi degli artt. 214-216 del D.Lgs. 152/2006 e delle norme tecniche di riferimento, di cui al D.M. 5 febbraio 1998, per i rifiuti appartenenti alla tipologia 6 dell'Allegato 2 suballegato 1 del medesimo decreto: "rifiuti dalla lavorazione del legno e affini trattati" con codice CER 030105. La ditta è autorizzata al recupero a fini energetici di una quantità annua di 500 t ed alla messa in riserva degli scarti legnosi, funzionale al trattamento, per una quantità di 220 t.

## **IMPIANTI B e C**

#### *Attività*

La ditta produce mobili per cucine, a partire da materie prime costituite da pannelli in truciolare, MDF (medium density fiber) e legno.

#### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima di base per la produzione dei componenti per mobili è il pannello in truciolare o MDF. Su alcuni prodotti vengono effettuate operazioni di nobilitazione mediante incolaggio con fogli in Polivinilcloruro P.V.C.

La verniciatura viene effettuata in parte presso lo stabilimento in esame, in parte viene commissionata a terzi; i pezzi tornano comunque presso lo stabilimento per le successive operazioni di montaggio. Per le operazioni di verniciatura effettuate presso lo stabilimento, vengono utilizzate prevalentemente vernici all'acqua oppure vernici a reticolazione U.V.. Per le operazioni di incolaggio vengono prevalentemente utilizzati collanti poliuretanic.

#### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Tutte le linee di lavorazione meccanica (sezionatura, taglio, squadratura e assemblaggio) che possono dare origine alla formazione di polveri sono pneumaticamente collegate a due silos che costituiscono lo stoccaggio degli sfridi di legno prima del loro invio ai due impianti di combustione presenti in azienda.

Il combustibile che alimenta gli impianti ha le medesime caratteristiche delle materie prime utilizzate per la produzione dei mobili.

La Ditta effettua periodicamente misure analitiche sul polverino che viene inviato a combustione.

Le analisi effettuate nel primo semestre 2009 evidenziano che:

tra i metalli pesanti investigati, molti risultano al di sotto del limite di rilevanza del metodo di misura utilizzato, ad eccezione di: cromo totale (7,6 mg/kg), piombo (56,4 mg/kg), rame totale (11,6 mg/kg), zinco (134,5 mg/kg);

il parametro formaldeide è presente in quantità pari a 150,38 mg/kg.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

L'azienda acquista la materia prima (tavole di legno, pannelli in truciolare e MDF) e la immagazzina nel proprio stabilimento. Tali materiali vengono successivamente lavorati mediante uso di macchine utensili per la realizzazione dei prodotti prefiniti, che vengono poi assemblati e montati, previa verniciatura, nel reparto montaggio.

### Impianto di combustione

Presso lo stabilimento sono presenti due impianti di combustione, i quali possono funzionare in contemporanea o in alternativa, a seconda delle esigenze di produzione.

Gli impianti, installati nel 2001, sono stati prodotti dalla stessa Ditta che ha fornito il sistema di controllo in continuo delle emissioni. Si tratta di impianti a doppia griglia mobile raffreddata ad acqua con flusso dei fumi parzialmente in equicorrente al flusso dei residui, ognuno dei quali costituito da camere di combustione primaria e secondaria con immissioni di aria primaria e secondaria separate ed autonomamente controllate con inverter da P.L.C..

Il PLC controlla sia il ritmo di immissione del combustibile in camera che il dosaggio dell'aria comburente ed il sistema di estrazione delle ceneri.

### Potenza termica al focolare

L'impianto più grande, d'ora in poi "impianto 1", ha potenza termica nominale pari a 5,2 MW (4.500.000 kcal/h) e potenza termica resa pari a 4,6 MW (4.000.000 kcal/h). L'impianto più piccolo, d'ora in poi "impianto 2", ha potenza termica nominale pari a 2,9 MW (2.500.000 kcal/h) e potenza termica resa pari a 2,3 MW (2.000.000 kcal/h).

### Tipologia di alimentazione

Il sistema di alimentazione del combustibile (uno per ogni impianto) è costituito da un serbatoio di stoccaggio intermedio e da un coclea con bunker e valvola stellare posta in corrispondenza della testata del forno, che provvede ad inviare il polverino di legno in camera di combustione.

### Utilizzo tecnologico

Il recupero di calore avviene mediante due scambiatori del tipo "a tubi d'acqua". L'acqua calda prodotta viene utilizzata, oltre che per il riscaldamento degli ambienti di lavoro, anche per usi collegati al processo produttivo, quali ad esempio: l'impiallacciatura, la nobilitazione dei pannelli e le fasi di essiccazione nell'ambito delle operazioni di verniciatura.

### Operatività dell'impianto

L'impianto 1 viene utilizzato unicamente nel periodo invernale, mentre l'impianto 2 viene utilizzato durante tutto il periodo dell'anno.

### Parametri di controllo della combustione

Ogni impianto è dotato di bruciatore pilota (da 246 kW per l'impianto 1, da 189 kW per l'impianto 2) alimentato a gas metano, che provvede all'accensione ed interviene automaticamente nel caso in cui la temperatura nel focolare scenda al di sotto di 400°C. Il rapporto aria/combustibile è controllato tramite P.L.C..

Nelle vicinanze degli impianti sono presenti due quadri elettrici muniti di display, sui quali compaiono i valori istantanei e i trend in forma grafica dell'ultima mezz'ora dei parametri: temperatura in camera di combustione

temperatura in camera di post-combustione  
temperatura dell'acqua calda  
velocità della coclea, espressa in percentuale rispetto alla potenza massima del motore  
depressione realizzata in camera di combustione dal ventilatore  
funzionamento del motore del ventilatore, espresso in percentuale rispetto alla potenza massima.

Sulla base delle esigenze di produzione e delle richieste di calore, vengono impostati i valori di temperatura dell'acqua calda e della camera di combustione; il software va ad agire in modo automatico sulla velocità della coclea e quindi sulla quantità dei rifiuti alimentati in camera di combustione e sui ventilatori dell'aria primaria e secondaria.

Lo scarico delle ceneri avviene in automatico a tempi predeterminati, con apertura della serranda a clapet posta sotto la quota del pavimento.

Parametri di controllo delle emissioni

Sul condotto che emette in atmosfera i fumi di combustione, e più precisamente alla base del camino, nelle vicinanze del ventilatore, sono inserite le sonde che permettono di rilevare in continuo i parametri:

temperatura dell'effluente gassoso

concentrazione del monossido di carbonio, misurata con sistema elettrochimico

tenore di ossigeno (in percentuale rispetto al volume).

I valori istantanei rilevati dal sistema di controllo in continuo non vengono registrati, né subiscono elaborazioni di sorta; vengono semplicemente visualizzati su display e non risultano corretti sulla base del tenore di ossigeno di riferimento, né rapportati ai fumi anidri.

Il sistema di controllo in continuo delle emissioni è fornito dalla ditta costruttrice dell'impianto di combustione. Semestralmente, sulla base del contratto di manutenzione stipulato con la ditta fornitrice del sistema di analisi e dell'impianto di combustione, viene effettuata la calibrazione degli strumenti e il controllo dell'impianto. La calibrazione viene eseguita sul posto con bombole di gas a concentrazione certificata.

Sistema di abbattimento fumi

I sistemi di trattamento delle emissioni generate dai due impianti di combustione si basano sulle medesime tecnologie e sono costituiti ciascuno da un ciclone che precede un filtro depolveratore a maniche.

Per l'impianto 1:

diametro ciclone:1800 mm

altezza ciclone:6,5 m

scarico delle polveri: con valvola stellare direttamente in big bag

tessuto delle maniche:aramidico teflonato da 500 g/m<sup>2</sup>

superficie di filtrazione: 372 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione:0,9 ÷ 1 m/min.

pulizia delle maniche:in controcorrente con aria compressa

estrazione delle ceneri:con coclea e valvola stellare.

Il filtro a maniche è dotato di tubazione di by-pass filtro che si attiva, aprendosi, con temperature dei fumi superiori a 180 °C

Per l'impianto 2:

diametro ciclone:1200 mm

altezza ciclone:5,5 m

scarico delle polveri: con valvola stellare direttamente in big bag

tessuto delle maniche:aramidico teflonato da 500 g/m<sup>2</sup>

superficie di filtrazione: 228 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione:0,9 ÷ 1 m/min.

pulizia delle maniche:in controcorrente con aria compressa

estrazione delle ceneri:con coclea e valvola stellare.

Il filtro a maniche è dotato di tubazione di by-pass filtro che entra in funzione per temperature dei fumi superiori a 180 °C.

#### *Gestione dei rifiuti*

Le ceneri derivanti dal processo di combustione vengono estratte automaticamente dalle caldaie e tramite coclea vengono scaricate in un contenitore metallico; a queste viene assegnato il codice CER 10 01 01 “ceneri pesanti, scorie e polveri di caldaia”. Le ceneri con codice CER 10 01 01 vengono periodicamente avviate a smaltimento; nell'anno 2008, la Ditta ha smaltito circa 40.000 kg di tale materiale. Le ceneri filtrate dai sistemi di abbattimento dei fumi (ciclone e filtro a maniche) sono estratte e stoccate all'interno di un cassone; a queste viene assegnato il codice CER 10 01 16\* “ceneri leggere prodotte da co-incenerimento, contenenti sostanze pericolose”. Le ceneri con codice CER 10 01 16\* prodotte nell'anno 2008 ammontano a circa 30.000 kg. Su entrambi i materiali, la Ditta effettua, periodicamente, l'analisi di caratterizzazione del rifiuto.

## **IMPIANTO D**

#### *Attività*

L'attività della ditta consiste nella produzione di pannelli nobilitati per l'industria del mobile.

#### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Vengono utilizzati pannelli in M.D.F. (medium density fiber), truciolare, listellare e legno di abete.

#### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il combustibile utilizzato consiste nei refili e/o sfridi derivanti dalle varie lavorazioni meccaniche del legno.

#### *Descrizione del ciclo di produzione*

Essiccazione tavole di legno

Lavorazioni meccaniche del legno quali sezionatura, calibratura, taglio con sega circolare, squadratura, bordatura, foratura. Nobilitazione con carta o tranciato mediante incollaggio e pressatura. Le colle utilizzate sono a base di urea-formaldeide

#### *Impianto di combustione*

Nello stabilimento sono presenti due impianti per la produzione di calore con potenza termica nominale rispettivamente di 2,32 e 1,7 MW. L'impianto a minor potenza termica costituisce la riserva di quello principale.

#### Tipologia di alimentazione

L'alimentazione avviene tramite coclea dosatrice con relativo motovariatore.

Il bruciatore pilota alimentato a gasolio è dotato di sistema di arretramento di tipo manuale.

#### Utilizzo tecnologico

Entrambe le unità termiche sono costituite da due generatori d'acqua surriscaldata del tipo a tubi di fumo, a due e tre giri di fumo, funzionanti alla temperatura massima di 140°C.

L'impianto è del tipo a griglia mobile formata da lingotti in ghisa e cromo, con ventilatore per aria di combustione primaria e secondaria e ricircolo del gas di combustione completo di ventilatore e serranda motorizzata.

L'estrazione delle ceneri avviene in automatico tramite coclea raffreddata ad acqua.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto viene utilizzato per produrre calore per l'essiccatoio del legname, le presse ed il riscaldamento invernale dei locali di lavoro.

#### Parametri di controllo della combustione

Viene effettuato il controllo tramite P.L.C. della regolazione automatica del rapporto aria/combustibile, della temperatura dell'acqua sul circuito di mandata impianto, della temperatura dei fumi e di quella misurata in camera di combustione.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Vengono controllati i parametri monossido di carbonio ed ossigeno tramite analizzatore ad infrarosso, temperatura dei fumi con termocoppia del tipo "K".

#### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema di trattamento delle emissioni è costituito da un multiciclone in serie con un elettrofiltro.

Le caratteristiche dell'elettrofiltro sono le seguenti:

portata di progetto	11.000 Nm <sup>3</sup> /h
temperatura fumi	250 °C
temperatura massima di esercizio	300 °C
numero di elettrodi	108
numero di piastre di abbattimento	117
velocità del gas all'interno del filtro	0,49 m/s
tempo di permanenza del gas nel filtro	6,8 s

## **IMPIANTO E**

### *Attività*

Produzione mobili.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Nel ciclo produttivo sono utilizzati truciolare grezzo, truciolare nobilitato, vernici poliesteri, vernici poliuretatiche, diluenti, colle, bordi in carta, legno, plastica, fogli in legno per l'impiallacciatura.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Come combustibile si utilizza la segatura di legno proveniente da residui delle lavorazioni di falegnameria meccanica effettuate su truciolare grezzo, nobilitato ed impiallacciato.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

#### Lavorazione meccanica del legno

Tutte le operazioni di lavorazione meccanica del legno sono afferenti ad una sottostazione filtrante dedicata per la depolverazione dell'aria aspirata.

#### Levigatura in linea

Tutte le operazioni di levigatura sono afferenti a due sottostazioni filtranti dedicate.

#### Insilaggio

I residui legnosi che provengono dalle operazioni di lavorazione meccanica sono stoccati all'interno di un silo di capacità di 300 m<sup>3</sup>; tali residui sono utilizzati per alimentare l'impianto di combustione.

#### Verniciatura

La verniciatura è effettuata mediante linea piana ed una cabina di verniciatura manuale spruzzo e relativo locale di essiccazione.

### *Impianto di combustione*

#### Potenza termica al focolare

Generatore di calore prodotto dalla società Ahena nel 1990, del tipo a tubi di fumo, con potenza termica nominale di 2,38 MW.

#### Tipologia di alimentazione

Alimentazione meccanica ed automatica del combustibile del tipo autofuoco, con tramoggia di carico, coclea meccanica e griglia di movimentazione del materiale in combustione. La velocità di rotazione della coclea, e pertanto la quantità di combustibile introdotta, viene regolata dalla temperatura in camera di combustione rilevata da un'apposita sonda a termocoppia. Il consumo medio di combustibile è di circa 270 kg/h corrispondenti a circa 560 t/anno.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto dall'impianto di combustione a polverino viene utilizzato per il funziona-

mento dei forni di essiccazione dei semilavorati verniciati e per il riscaldamento degli ambienti di lavoro.

Operatività dell'impianto

L'impianto di combustione viene utilizzato 10 ore al giorno nel periodo ottobre – marzo.

Parametri di controllo della combustione

Il bruciatore pilota, montato su binario scorrevole ed a inserimento automatico, è alimentato a gasolio ed ha una potenzialità termica nominale di 100 kW; l'inserimento è comandato da una sonda di temperatura posta in camera di combustione.

La regolazione del rapporto aria combustibile è automatico, comandato da una sonda per la misurazione del tenore volumetrico di ossigeno nei fumi di combustione. I ventilatori d'aria primaria e secondaria sono muniti di serrande automatiche di regolazione di portata, gestite dalla sonda che misura il tenore percentuale di ossigeno libero nei fumi di combustione.

Inoltre, regolata da specifici algoritmi, la quantità di aria primaria immessa in camera di combustione è funzione del numero di giri della coclea di alimentazione e quindi della quantità di combustibile.

Parametri di controllo delle emissioni

Uno SME (sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni) è installato per la misura della concentrazione di monossido di carbonio nei fumi, del tenore volumetrico di ossigeno nei fumi, della temperatura dell'effluente gassoso.

Per la misura del monossido di carbonio è installato un analizzatore "in situ", con sistema di misura all'infrarosso non dispersivo (N.D.I.R.).

Per la misura del tenore volumetrico di ossigeno nei fumi di combustione viene utilizzata una sonda all'ossido di zirconio, ad inserzione diretta nel camino. Per la misura della temperatura dei fumi viene utilizzata una sonda cilindrica a termocoppia.

Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati

I dati acquisiti dalle sonde sono salvati sulla memoria interna di un registratore videografico a sei canali, con possibilità di scaricarli su floppy disk.

Calibrazione e taratura della sonda all'infrarosso

Non esiste documentazione sulle procedure di calibrazione e taratura. Il sistema di misura del monossido di carbonio è del tipo non estrattivo.

Sistema di abbattimento fumi

Sono installati un multiciclone, costituito da 18 elementi, in serie ad un filtro a maniche avente le seguenti caratteristiche:

tessuto filtrante: nomex teflonato 450 g/m<sup>2</sup>, t° max. di esercizio 250 °C

portata volumica massima trattata: 9.500 m<sup>3</sup>/h

numero maniche filtranti: 120

superficie filtrante: 139 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione: 1,1 m/min.

pulizia delle maniche: ad aria compressa in controcorrente

massima perdita di carico al filtro 785 Pascal

Un sistema by-pass è installato a valle del multiciclone e prima del filtro a tessuto. È costitui-

to da una serranda a movimentazione pneumatica comandata da un termostato che rileva la temperatura fumi in ingresso al filtro.

## **IMPIANTO F**

### *Attività*

Il ciclo produttivo della ditta è finalizzato alla produzione di semilavorati in legno per la produzione di mobili.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Per la produzione dei semilavorati in legno destinati al mercato del mobile la ditta utilizza semilavorati in M.D.F., truciolare, melaminico, legno vergine. Per la nobilitazione sono utilizzati fogli per l'impiallacciatura, collanti ureici ed induritori con un modesto contenuto in cloruro di ammonio. Nelle operazioni di bordatura si utilizzano bordi in legno, laminatino (materiale rivestito con resine fenoliche), melaminico, ABS, legno anche verniciato. Nel processo di bordatura sono utilizzate colle viniliche a base EVA (etilen vinil acetato).

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il ciclo produttivo della ditta non prevede operazioni di verniciatura. Il combustibile che alimenta l'impianto di combustione deriva da quei processi di lavorazione meccanica dei semilavorati in legno costituiti da pannelli in truciolare grezzo, impiallacciati, pannelli rivestiti con bordi, che producono gli scarti legnosi che, stoccati in due sili dedicati, vengono convogliati per via pneumatica al polmone dosatore e da qui all'impianto di combustione. Fanno eccezione tre impianti di squadrabordatura, i cui residui, filtrati da altrettante sottostazioni, non sono collegate ai sili di stoccaggio del polverino di legno. Questi impianti sono utilizzati per la bordatura dei pannelli con materiali plastici quali ABS, ed in passato, anche PVC.

I residui di queste lavorazioni, raccolti alla base delle sottostazioni filtranti, vengono smaltiti come rifiuti e pertanto non sono utilizzati come combustibile nell'impianto termico. Dall'analisi del ciclo di produzione si evidenzia una fase finale nella produzione dei pannelli, la foratura, dove apposite macchine eseguono dei fori sulla superficie o sulla testa dei pannelli, al fine di applicare le cerniere.

Queste operazioni, se effettuate sulla testa del pannello, possono dare origine a residui contenenti i materiali utilizzati per i bordi, tra cui il polimero plastico dell'A.B.S.. Nell'eventualità che, anche occasionalmente, siano utilizzati bordi in P.V.C., i residui di foratura sarebbero costituiti anche da questo polimero. I residui che derivano dal processo di foratura sono di norma utilizzati come combustibile nell'impianto termico.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

Si possono grossomodo identificare 4 reparti di lavorazione, individuati da un reparto di essiccazione del legname, un reparto segheria, un reparto per la lavorazione meccanica di rifinitura di legno e pannelli ed un reparto di squadrabordatura. Gli impianti per la lavorazione meccanica del legno sono complessivamente afferenti a 7 sottostazioni filtranti. I residui raccolti da 4 sottostazioni possono essere convogliati pneumaticamente al silo di stoccaggio del polverino utilizzato come combustibile, oppure essere smaltiti come rifiuti, mentre i residui

raccolti dalle 3 sottostazioni filtranti afferenti agli impianti di squadra bordatura vengono sempre gestiti come rifiuti.

#### Reparto segheria

la materia prima in ingresso è costituita da legno di abete, pannelli in truciolare, melaminico, m.d.f., listellare. Pertanto una parte della materia prima è rappresentata da legno di abete, una parte da pannelli prodotti con l'uso di collanti vinilici ed ureici. Nel reparto segheria vengono lavorate tutte le tipologie di pannelli. Le lavorazioni con maggior produzione di residuo legnoso vengono effettuate sul legno di abete sottoposto alle operazioni di troncatura con la macchina multilama.

All'interno di questo reparto si trovano collocate 2 distinte linee di lavorazione, una dedicata per lo più alla troncatura dei pannelli in truciolare, l'altra predisposta per la lavorazione di legno di abete. I residui di lavorazione della linea dedicata alla lavorazione del truciolare possono essere smaltiti come rifiuti in cassoni oppure convogliati ai sili di alimentazione dell'impianto termico, mentre i residui della linea di lavorazione dedicata al legno vergine sono direttamente convogliati ai sili di alimentazione dell'impianto termico.

#### Lavorazioni meccaniche di finitura

Le lavorazioni meccaniche di finitura, quali la sezionatura dei pannelli, la foratura del prodotto finito, la calibratura, escluse pertanto le operazioni di bordatura e squadratura, sono collegate a sistemi di aspirazione che convogliano le polveri ad una sottostazione filtrante. In quest'area vengono lavorati anche i pannelli in precedenza sottoposti a nobilitazione mediante impiallacciatura con colle a base urea-formaldeide e catalizzatori inorganici che possono contenere anche cloruro di ammonio. L'impianto di impiallacciatura è collegato ad un punto di emissione dedicato.

La foratura viene effettuata sul prodotto finito sulla parte piana del pannello, talvolta nobilitata con supporti pregiati, oppure sulla parte di testa, talvolta ricoperta dai bordi che vengono applicati ai pannelli. Pertanto i residui di questa lavorazione sono anche costituiti da sfridi di carte di nobilitazione, oppure frammenti dei bordi applicati, in genere bordi in legno, anche preverniciato, melaminico, laminatino, ABS. I residui di lavorazione raccolti nella sottostazione filtrante possono in alternativa essere gestiti come rifiuti oppure utilizzati come combustibile nell'impianto termico.

#### Reparto squadratura-bordatura

All'interno dell'impianto trovano collocazione 4 linee di bordatura. Per questa operazione viene utilizzata una colla granulare a base EVA. I bordi utilizzati sono in legno, laminatino, melaminico, ABS, legno verniciato. Tre linee di bordatura utilizzano anche bordi in plastica, in particolare in ABS. I residui di lavorazione di queste 3 linee sono convogliati ad altrettante sottostazioni filtranti. Questi residui di lavorazione sono raccolti in cassoni e gestiti come rifiuti. Nella quarta linea di squadratura-bordatura sono utilizzati bordi in legno, melaminico, laminatino (rivestito con resine fenoliche), legno verniciato. Questa linea è aspirata ed i residui di lavorazione derivanti dalle operazioni di bordatura e squadratura sono convogliati direttamente ad una sottostazione filtrante, collegata ai sili di stoccaggio del polverino e pertanto all'impianto termico.

### *Impianto di combustione*

#### Potenza termica al focolare

L'impianto termico che utilizza la ditta per la produzione di calore è stato installato nel 2006. L'impianto ha una potenza termica nominale di 2.960 kW.

#### Tipologia di alimentazione

L'alimentazione è del tipo meccanico autofuoco (a coclea) con focolare a griglia mobile.

#### Utilizzo tecnologico

L'uso tecnologico è collegato ai processi di essiccazione del legname ed alle operazioni di impiallacciatura.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto viene utilizzato d'inverno, dove funziona a regime per riscaldamento e per uso tecnologico, ad almeno il 90% della propria potenzialità termica, complice anche il continuo ricambio d'aria dei locali dovuto ai sistemi di aspirazione in funzione, e d'estate, per produrre il calore necessario agli essiccatoi ed alla pressa di incollaggio, dove lavora ad almeno al 70% della propria potenzialità. In particolare in estate, al fine di mantenere la camera di combustione sopra i 750°, è stato predisposto uno specifico ricircolo d'acqua, riscaldata dall'impianto di combustione, per creare uno scambio termico che consente alla caldaia di lavorare ad almeno il 70% della propria potenza termica.

#### Parametri di controllo della combustione

L'impianto è dotato di alimentazione automatica del combustibile, bruciatore pilota alimentato a gasolio di potenza termica nominale pari a 34,9 kW, regolazione automatica del rapporto aria/combustibile. Il sistema software collegato all'unità termica registra anche la temperatura della camera di combustione. Nei mesi invernali la temperatura della camera di combustione è regolarmente al di sopra dei 1000°, mentre in estate viene mantenuta intorno ai 750°-900°.

Il software di gestione monitora in continuo e registra lo stato del ventilatore camino caldaia, dei ventilatori d'aria primaria e secondaria, la temperatura della camera di combustione, lo stato di attivazione della coclea, la temperatura dei fumi in ingresso ed uscita dal filtro.

Al fine di ridurre al minimo gli stand-by della caldaia, e mantenere la camera di combustione sempre in temperatura, la temperatura dell'acqua viene mantenuta tra i 106°-110° d'inverno ed i 96°-100° d'estate.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Il software di gestione monitora in continuo e registra la temperatura dei fumi, la percentuale di ossigeno nei fumi ed in camera di combustione, la concentrazione del monossido di carbonio. In particolare il tenore volumetrico dell'ossigeno viene misurato utilizzando una sonda ad ossido di zirconio, mentre per la misura del CO viene utilizzata una sonda ad infrarossi N.D.I.R. di tipo non estrattivo.

Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati

il sistema di misura è di tipo non estrattivo "in situ".

Le grandezze fisiche relative al funzionamento di questi parametri sono registrate, archiviate e

richiamabili tramite l'applicativo a disposizione.

Il programma consente di visualizzare il dato relativo alla concentrazione del CO in tempo reale, normalizzato all'11% di ossigeno.

Il software consente inoltre di richiamare un determinato giorno dell'anno, e calcolare la media giornaliera del CO per un periodo di tempo che può stabilire l'operatore, anche diverso dalle 24 ore. Per il calcolo delle medie giornaliere il programma utilizza le medie orarie. Le medie orarie sono calcolate a partire dai dati istantanei acquisiti dalla sonda, uno ogni 2 minuti circa. Tuttavia questi dati elementari per essere salvati su disco richiedono l'intervento dell'operatore a fine giornata. In automatico il programma salva unicamente i dati istantanei riferiti al giorno prima. Il programma salva in automatico anche tutte le medie orarie calcolate a partire dai dati istantanei, e necessarie per l'elaborazione dei grafici e delle medie giornaliere.

La caldaia ha due distinti stati di esercizio:

stato di regolazione

stato di mantenimento

Lo stato della caldaia è funzione unicamente della richiesta termica dell'impianto, dipende pertanto dalla regolazione del range di temperatura dell'acqua.

In inverno la temperatura dell'acqua viene impostata tra i 106 e i 110 gradi, questo significa che è in stato di mantenimento tra temperature comprese tra i 106 e i 110 gradi, mentre quando la temperatura dell'acqua scende sotto i 106° la caldaia passa allo stato di regolazione, per portare la temperatura dell'acqua a 110°.

Durante lo stato di mantenimento i ventilatori d'aria primaria e secondaria, la coclea di alimentazione del combustibile, il ventilatore del camino sono fermi, in camera di combustione non c'è fiamma viva ma una condizione di combustione con brace senza fiamma. In questo stato il sensore del CO non rileva alcun dato elementare. Non appena la caldaia passa allo stato di regolazione, immediatamente il sensore del CO comincia ad acquisire i dati che poi saranno utilizzati per le successive elaborazioni di medie e grafici.

Lo stato di regolazione è determinato dalla richiesta termica della caldaia, quando la temperatura dell'acqua scende sotto il valore impostato, ed è caratterizzato da un'accensione dei ventilatori d'aria primaria e secondaria, eventualmente dall'attivazione della coclea di alimentazione, dall'accensione del ventilatore del camino caldaia, da un progressivo aumento della temperatura in camera di combustione.

Pertanto lo S.M.E., non è vincolato da specifici parametri quali ad esempio la temperatura della camera di combustione, oppure il funzionamento della coclea di alimentazione o il tenore di ossigeno nei fumi di combustione, ma unicamente dalla richiesta termica della caldaia, funzione del range di temperatura impostato dalla ditta. Tutti i dati che vengono acquisiti sono successivamente utilizzati per l'elaborazione delle medie.

Sistema di abbattimento fumi

Il sistema filtrante è costituito da due cicloni ed un filtro maniche disposti in serie. Il filtro è provvisto di by-pass che entra in funzione a temperature superiori a 200° ed inferiori a 80°. Le maniche vengono sostituite ogni 2 anni.

I gas di combustione in uscita dai due cicloni attraversano o uno scambiatore di calore, si raf-

freddano e vengono convogliati al filtro a maniche.  
il filtro presenta le seguenti caratteristiche:  
tessuto filtrante: Nomex Teflonato  
portata volumica massima trattata: 10.000 m<sup>3</sup>/h  
numero maniche filtranti: 150  
superficie filtrante: 142 m<sup>2</sup>  
rapporto di filtrazione: 1,16 m/min.  
pulizia delle maniche: automatica, ad aria compressa in controcorrente.

### *Gestione dei rifiuti*

La ditta effettua attività di recupero energetico di rifiuti non pericolosi appartenenti alla tipologia 6 di cui al suballegato 1 della Allegato 2 del D.M. 5.2.1998, ovvero rifiuti della lavorazione del legno e affini trattati (CER 030105), ed opera in regime di procedura semplificata ex art. 214-216 del D.lgs. 152/2006. La ditta ha dichiarato il recupero annuo di 1.285 t con una messa in riserva istantanea funzionale all'attività di recupero pari a 220 t.

Il rifiuto derivante dalle lavorazioni meccaniche del legno viene in gran parte depositato in cassoni e successivamente conferito presso ditte autorizzate. L'accumulo di rifiuto poi conferito a impianti autorizzati avviene soprattutto nel corso della stagione estiva, quando la domanda di combustibile da parte dell'impianto di recupero energetico è inferiore. Dall'attività di combustione residua un rifiuto costituito da ceneri (CER 100101: ceneri pesanti, scorie e polveri di caldaia), raccolto in big bags e successivamente avviato a smaltimento.

## **IMPIANTO G**

### *Attività*

L'attività della ditta consiste nella produzione di pannelli nobilitati per l'industria del mobile. Il ciclo produttivo si svolge in 3 turni giornalieri di 8 ore per 5 giorni alla settimana.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Vengono utilizzati pannelli in truciolare o MDF che vengono poi nobilitati con fogli di PVC, PET, ABS, PS. Le colle utilizzate sono viniliche e poliuretaniche hot melt.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il combustibile utilizzato consiste nei refili e/o sfridi derivanti dalle operazioni di sezionatura, squadratura, stondatura, pantografatura e foratura dei pannelli in MDF che vengono stoccati in 4 silos prima di essere inviati pneumaticamente agli impianti di combustione. Per evitare che possa essere avviato a combustione anche materiale di scarto derivante dalle operazioni di nobilitazione dei pannelli con fogli polimerici, l'azienda ha messo in essere degli impianti di aspirazione dedicati con stoccaggio dei residui di lavorazione su cassoni e successivo smaltimento come rifiuti. Tale configurazione impiantistica esclude la possibilità che gli impianti di combustione ricadano nel campo di applicazione del D.Lgs.n.133/2005.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

lavorazione pannello grezzo in MDF o truciolare  
sezionatura, squadratura, stondatura e pantografatura  
trattamento di attivazione superficiale delle pellicole polimeriche  
applicazione di scariche elettriche ad effetto corona per aumentare le proprietà di aderenza delle colle sulle superfici plastiche. Operazione effettuata su due linee di produzione; per ogni linea di produzione c'è una macchina dotata di un doppio sistema di generazione di scariche, una per attivare il foglio di polimero che andrà incollato sulla parte superiore del pannello ed uno sulla parte inferiore del pannello. Ogni macchina è quindi dotata di due sistemi di aspirazione localizzata e convogliamento all'esterno delle emissioni generate.

#### nobilizzazione

pulizia mediante spazzole del pannello da eventuali residui derivanti dalle operazioni precedenti;  
spruzzatura della colla poliuretanicica in dispersione acquosa mediante pistola automatica su cabine con sistemi di circolazione forzata dell'aria;  
asciugatura della colla in forno ad aria calda;  
pressatura sul pannello del rivestimento costituito da PVC, PET, ABS, PS in foglia  
rifinitura solo di alcuni pannelli tramite operazioni di rifinitura grafica

#### lavorazioni meccaniche di finitura (foratura)

consiste nella tipica lavorazione di predisposizione del pannello per il posizionamento di cerniere o di altri agganci al mobile finito

#### confezionamento e stoccaggio

avvolgimento con film estensibile od inscatolamento

### *Impianto di combustione*

Presso lo stabilimento sono presenti due impianti di installati nell'anno 2000 i quali possono funzionare in contemporanea o in alternativa, a seconda delle esigenze di produzione.

#### Potenza termica al focolare

Entrambi gli impianti hanno potenza termica nominale di 3,5 MW ciascuno.

#### Tipologia di alimentazione

Gli impianti di combustione sono di tipo a griglia con caricamento frontale a coclea.

La combustione è a rapporto stechiometrico controllato con iniezione di urea in camera secondaria e scambio di energia aria-acqua tramite scambiatori a tubi d'acqua.

L'iniezione dell'urea avviene mediante pompe a portata variabile controllate da PLC in base al tenore di ossidi di azoto rilevati al camino.

La coclea è a portata variabile controllata da PLC, così come sono controllati da PLC anche i ventilatori che assicurano l'aria comburente.

Il PLC agisce anche da fermo alimentazione in caso di temperatura massima dell'acqua calda o massima temperatura in camera di combustione primaria o secondaria.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore viene utilizzato per il 90% per il riscaldamento degli ambienti e per il 10% ad uso

tecnologico.

#### Operatività dell'impianto

Gli impianti termici lavorano solo durante la stagione invernale e sono attive entrambe 7 giorni su 7 per 24 ore al giorno. Entrambi gli impianti hanno un bruciatore pilota alimentato a gasolio di potenzialità termica pari a 1965 KW.

#### Parametri di controllo della combustione

I parametri controllati durante la combustione sono la temperatura dell'acqua calda prodotta, la temperatura della camera di combustione e della camera secondaria, la temperatura dei fumi prima del filtro ed al camino.

#### Parametri di controllo delle emissioni

La misura della temperatura viene effettuata tramite termocoppia di tipo K.

la misura dell'ossigeno e del monossido di carbonio (CO) viene effettuata con sensori elettrochimici. La strumentazione viene sottoposta a regolari cicli di manutenzione periodica a cura del produttore.

La linea di campionamento non è riscaldata né termoregolata, né vi è la presenza di un sistema di deumidificazione del campione. Il sistema di acquisizione dei dati li elabora automaticamente tenendo conto del tenore di ossigeno di riferimento nell'effluente gassoso pari all'11%.

I dati vengono conservati in memoria del datalogger, che consente l'elaborazione delle medie orarie, settimanali, mensili o per specifici periodi di osservazione.

#### Sistema di abbattimento fumi

E' costituito da un sistema di cicloni separatori, con diametro di 1.600 mm, seguiti da filtri a maniche in Nomex (poliammide aromatica) con lavaggio maniche per mezzo di aria compressa ad impulsi in controcorrente; i filtri non sono dotati di bypass di sicurezza.

#### *Gestione dei rifiuti*

Le ceneri raccolte dai sistemi di filtrazione dei fumi di combustione vengono smaltite con codice CER 10 01 16 tramite ditte autorizzate.

## **IMPIANTO I**

#### *Attività*

L'attività della ditta consiste nella produzione di arredamenti per uffici e di accessori per la casa. Il ciclo produttivo si svolge su un unico turno giornaliero.

#### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Vengono utilizzati pannelli in tranciato e nobilitati.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il combustibile utilizzato consiste nei refili e/o sfridi derivanti dalle operazioni di sezionatura, squadratura, pantografatura, foratura, sezionatura, rifilatura e bordatura dei pannelli in MDF che vengono stoccati in silos prima di essere inviati pneumaticamente agli impianti di combustione. Le emissioni derivanti dalle operazioni di levigatura dei pannelli verniciati vengono aspirate e trattate da sottostazione a maniche filtranti con stoccaggio delle polveri in big-bag e successivo smaltimento.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

Lavorazioni meccaniche del legno quali squadratura, sezionatura, pantografatura, foratura, sezionatura, rifilatura, bordatura.

Verniciatura manuale a spruzzo in cabina a velo d'acqua

vengono effettuate operazioni di verniciatura di prototipi o piccole operazioni di ritocco.

Levigatura manufatti verniciati su banchi aspirati

Verniciatura a spruzzo su linea automatica con applicazione di prodotti all'acqua

Essiccazione prodotti vernicianti applicati

### *Impianto di combustione*

Presso lo stabilimento è presente solo un impianto che produce calore per il forno di essiccazione ed ad uso riscaldamento ambienti di lavoro.

Potenza termica al focolare

L'impianto ha potenza termica nominale di 1,74 MW.

Tipologia di alimentazione

In automatico ma non specificato nel dettaglio.

Utilizzo tecnologico

La caldaia è del tipo a tubi di fumo con regolazione automatica del rapporto aria/combustibile anche durante le fasi di avviamento con utilizzo di un PLC e di un quadro elettrico di comando a cassetta stagna.

Operatività dell'impianto

L'impianto viene utilizzato durante il periodo invernale per produrre calore per il forno di essiccazione e per il riscaldamento ambienti di lavoro.

Parametri di controllo della combustione

Regolazione automatica del rapporto aria/combustibile anche nelle fasi di avviamento e presenza di bruciatore pilota.

Parametri di controllo delle emissioni

Nell'effluente gassoso vengono controllati in continuo i parametri temperatura, ossigeno e monossido di carbonio. L'analizzatore del monossido di carbonio (CO) ha un sistema di misura del tipo elettrochimico.

### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema di trattamento delle emissioni è costituito da un multiciclone ciclone ed un filtro a maniche. Le caratteristiche del filtro a maniche sono le seguenti:

tessuto delle maniche: nomex teflonato da 0,21 g/cm<sup>2</sup>

superficie di filtrazione: 120 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione: 1,2 m/minuto

estrazione delle ceneri: con coclea elicoidale

Il filtro a maniche è dotato di tubazione di by-pass che si attiva con temperature dei fumi superiori a 230 °C.

## IMPIANTO J

### *Attività*

Il ciclo produttivo della ditta è finalizzato alla produzione di semilavorati in legno per la produzione di mobili.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Le materie prime di partenza sono il truciolare grezzo, che viene successivamente nobilitato all'interno dello stabilimento, ed il truciolare già nobilitato. In particolare il truciolare che entra già nobilitato in azienda viene prodotto per compressione a caldo di schegge di legno, segatura, colla ureica ed indurente solfato di ammonio, melamina. Viene nobilitato con carte melaminiche-ureiche, ureiche-acriliche. Per la nobilitazione del truciolare grezzo vengono utilizzati prodotti collanti vinilici. La carta decorativa utilizzata è un cartoncino mono strato prodotto mediante impregnazione di un unico strato di carta decorativa con resine termoindurenti. I bordi che vengono applicati sono in ABS e carta melaminica.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il combustibile che alimenta l'impianto di combustione ha le caratteristiche merceologiche delle materie prime in ingresso (legno trattato con colle viniliche ed ureiche, catalizzatori a base di sali d'ammonio, carte di nobilitazione impregnate con resine melaminiche-ureiche, ureiche – acriliche, bordi in carta melaminica ed in ABS).

### *Descrizione del ciclo di produzione*

Tutte le linee di lavorazione meccanica del legno, nobilitazione, bordatura, sono afferenti ad aspirazioni localizzate che convogliano l'effluente gassoso a tubazioni che confluiscono nei 2 condotti principali che alimentano 2 silos di stoccaggio del polverino. Dai silos di stoccaggio i residui legnosi sono convogliati all'impianto di combustione. L'unica eccezione è rappresentata dalle operazioni di sezionatura effettuata sui pannelli già nobilitati, i cui residui vengono smaltiti come rifiuti.

#### Sili di stoccaggio del polverino

Lo stabilimento è strutturato in 2 aree distinte, in ciascuna di queste sono ubicati gli impianti per la produzione del pannello nobilitato. Le linee di aspirazione di ciascuna area di produzione confluiscono nei 2 condotti principali che trasportano nei 2 sili i rifiuti legnosi.

#### Pannello truciolare già nobilitato

Le materie prime di partenza sono il truciolare grezzo, che viene successivamente nobilitato all'interno dello stabilimento, ed il truciolare già nobilitato. In particolare il truciolare che entra già nobilitato in azienda viene prodotto per compressione a caldo di schegge di legno, segatura, colla ureica ed indurente solfato di ammonio, melamina. Viene nobilitato con carte melaminiche-ureiche, ureiche-acriliche. I pannelli sono sottoposti alle operazioni di squadratura e bordatura. I residui legnosi di lavorazione sono aspirati e convogliati ai 2 sili di stoccaggio.

#### Nobilitazione

Il pannello truciolare grezzo viene nobilitato mediante incollaggio con macchina collarina a calandra dotata di rullo applicatore. La carta decorativa utilizzata è un cartoncino monostrato prodotto mediante impregnazione di un unico strato di carta decorativa con resine termoindurenti. L'impianto è costituito da un sistema di spazzole che provvede alla pulizia del pannello, ed un sistema a rulli per l'applicazione di un prodotto collante vinilico.

#### Postformatura

La successiva fase di postformatura serve per fissare la carta decorativa al pannello e rifilarla. Gli impianti di spazzolatura, la calandra a rulli per l'applicazione al pannello della carta decorativa mediante incollaggio, e la macchina per postformatura sono provvisti di aspirazione collegata ai sili di stoccaggio del polverino. Durante il processo di postformatura, nella fase di rifilatura, viene tagliato il bordo della carta melaminica applicata al pannello. Il residuo di questa lavorazione viene aspirato e convogliato ai sili di stoccaggio che alimentano l'impianto di combustione.

#### Sezionatura

In una fase successiva i pannelli nobilitati vengono sezionati a misura per eliminare le parti eccedenti. Il residuo viene smaltito come rifiuto.

#### Squadra bordatura

Ai pannelli nobilitati sono applicati i bordi. I pannelli sono pertanto sottoposti ad operazioni di squadratura e bordatura. Per le operazioni di bordatura sono utilizzati bordi in carta melaminica ed in ABS, e colla vinilica. Il residuo di bordo in eccesso viene rifilato ed il rifiuto prodotto viene aspirato e convogliato ai sili di stoccaggio che alimentano l'impianto di combustione. Tutte le operazioni sono poste sotto aspirazione e l'effluente gassoso e le polveri convogliate ai sili di stoccaggio del polverino.

#### *Impianto di combustione*

L'impianto di combustione è di età antecedente all'anno 2000, realizzato nel 1994, di marca Ferrol. Il consumo orario medio di combustibile dichiarato è di 600 kg/h.

#### Potenza termica al focolare

La potenza termica nominale al focolare è pari a 3.750 kW.

#### Tipologia di alimentazione

L'impianto è alimentato in automatico tramite un sistema autofocus. Il polverino di legno proveniente dai sili attraversa un ciclone separatore, viene scaricato in un serbatoio di stoccaggio e tramite coclea alimenta in automatico la camera di combustione.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto viene utilizzato per mantenere i pannelli di truciolare grezzo e nobilitato ad una temperatura non inferiore a 18 gradi centigradi.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto è operativo nella stagione invernale (15 ottobre – 15 marzo). Poiché il funzionamento dell'impianto è collegato al mantenimento a circa 18 gradi degli ambienti ove sono effettuate tutte le operazioni di lavorazione dei pannelli, esso è soggetto a spegnimenti e riaccensioni in funzione della richiesta termica dei locali.

#### Parametri di controllo della combustione

L'impianto di combustione è provvisto di alimentazione automatica del combustibile mediante coclea, bruciatore pilota, regolazione automatica del rapporto aria/combustibile.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Viene misurata in continuo la concentrazione di monossido di carbonio, la temperatura dei fumi ed il tenore volumetrico di ossigeno nei fumi. La sonda per la misura del valore di concentrazione del monossido di carbonio è del tipo all'infrarosso non dispersivo (NDIR) in situ.

#### Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati

La centralina che registra i dati acquisiti dalla sonda è in grado di visualizzare il dato istantaneo, memorizzare i dati elementari su supporto magnetico, elaborare il grafico relativo alla variazione giornaliera della concentrazione del monossido di carbonio. Il sistema tuttavia non è in grado di elaborare ulteriormente questi dati. Per calcolare i valori medi orari e giornalieri è necessario scaricare i dati registrati sul disco rigido della centralina in un pc e trattarli utilizzando un foglio elettronico di calcolo. Tale operazione viene svolta dal consulente della ditta. Non si conoscono eventuali vincoli all'acquisizione del dato elementare. Per quanto riguarda il valore medio giornaliero di concentrazione riferito al monossido di carbonio, non c'è evidenza che il dato si riferisca a fumi anidri né che esso si riferisca ad un tenore di ossigeno dell'11% v/v.

#### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema di filtrazione è costituito da 2 filtri a maniche disposti in serie. È presente un sistema di by-pass che si attiva in caso di assenza di corrente elettrica, oppure quando la temperatura dei fumi supera i 180° e quando è inferiore a 70°. Il filtro a maniche più vecchio è provvisto di 216 maniche filtranti in nomex, una superficie filtrante di 192 mq ed un rapporto di filtrazione di circa 1 m/min. Non vi sono informazioni sul secondo filtro + recente, che ha sostituito un multiciclone.

#### *Gestione dei rifiuti*

La ditta, effettua il recupero energetico dei rifiuti di legno trattato in regime di comunicazione ai sensi degli artt. 214 - 216 del D.Lgs 152/2006 e del DM 5.2.1998, tipologia 6.1 dell'Allega-

to 2 suballegato 1. I residui derivanti dalla combustione, prese in carico con CER 100101 vengono depositati in cassone di ferro per poi essere inviati a successivo smaltimento.

Il quantitativo di rifiuti di legno trattato, CER 030105, stato fisico solido polverulento, prodotto per l'anno 2008 è risultato pari a 118.276kg, di cui 82.655kg destinate a recupero energetico R1, e 92.642kg registrate come messa in riserva R13 in giacenza al 31/12. Il rifiuto di legno, classificato con CER 030105, stato fisico solido non polverulento, non risulta destinato a operazioni di recupero presso l'azienda, ma con operazioni R13 presso altri siti autorizzati al recupero. Il quantitativo prodotto viene dichiarato pari a 1.110.430 kg.. Il rifiuto codificato con CER 10 01 01, costituito da ceneri pesanti, scorie e polveri di caldaia, stato fisico solido polverulento, è destinato per un quantitativo di 12.120 kg a ditta autorizzata allo smaltimento.

## **IMPIANTO K**

### *Attività*

Il ciclo produttivo della ditta è finalizzato alla produzione e verniciatura di mobili.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Per la produzione dei mobili la ditta utilizza legno vergine, pannelli in truciolare, impiallacciati. I pannelli in truciolare sono costituiti da 80% legno, colla ureica 10%, solfato di ammonio. Gli impiallacciati da legno 80%, colla ureica 10%, ammonio solfato, carta melaminica. Per le operazioni di impiallacciatura svolte all'interno dello stabilimento viene utilizzato un prodotto adesivo di condensazione urea-formaldeide, e relativi catalizzatori che possono essere a base di solfato di ammonio ma anche cloruro di ammonio. Vieni utilizzato anche un adesivo vinilico. La bordatura viene effettuata con bordi in carta e in materiale plastico ABS, incollati con adesivo termofondente vinilico. Per la verniciatura dei mobili sono utilizzate circa 91 tonnellate di prodotti contenenti 70 tonnellate di solvente organico.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il combustibile che alimenta l'impianto di combustione deriva da quei processi di lavorazione meccanica dei semilavorati in legno costituiti da pannelli in truciolare grezzo, impiallacciati, pannelli rivestiti con bordi, che producono gli scarti legnosi che, stoccati in un silo dedicato, vengono convogliati per via pneumatica all'impianto di combustione. I residui di lavorazione che provengono dalle fasi di carteggiatura, levigatura, spazzolatura, effettuate lungo le linee di verniciatura sono smaltiti come rifiuti e non sono utilizzati per alimentare l'impianto di combustione a combustibile solido.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

#### **Assetto impiantistico**

Si possono grossomodo individuare 3 fasi di processo, una relativa alla lavorazione meccanica del legno, pannelli, impiallacciati, una fase di verniciatura dei manufatti in legno e la produzione di energia mediante 3 impianti termici, di cui uno alimentato a residui di legno. In particolare tutte le macchine per la lavorazione meccanica di legno, pannelli ed impiallacci sono provviste di aspirazione che convoglia l'effluente gassoso polveroso a 4 sottostazioni filtranti. Le polveri raccolte dalle sottostazioni sono convogliate ad un silo e dal silo all'impianto termico. Le operazioni di levigatura, carteggiatura e spazzolatura che sono svolte lungo le linee

di verniciatura sono servite da aspirazione localizzata che convoglia l'effluente gassoso ad una sottostazione filtrante dedicata. le polveri che residuano dal processo di filtrazione sono gestite come rifiuti.

### *Impianto di combustione*

#### Potenza termica al focolare

L'impianto, un generatore di calore a tubi d'acqua, ha una potenza termica nominale di 3.480 kW, ed è stato realizzato in data antecedente al 1998.

#### Tipologia di alimentazione

La tramoggia di carico viene alimentata in automatico dal silos di stoccaggio del polverino. Il bruciatore viene alimentato mediante coclea mossa da un motovariatore.

Il processo di ossidazione del polverino avviene in camera di combustione alla temperatura di circa 950°. i fumi prodotti sostano in una seconda camera di postcombustione, alla temperatura di 1100°, per circa 1 secondo. L'aria secondaria viene iniettata direttamente da un ventilatore nella camera di post combustione.

#### Utilizzo tecnologico

L'uso tecnologico è collegato ai processi di essiccazione del verniciato ed alle operazioni di impiallacciatura.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto viene utilizzato d'inverno, dove funziona a regime per riscaldamento e per uso tecnologico, per 14 h/giorno, dalle ore 06.00 alle ore 20.00.

#### Parametri di controllo della combustione

l'impianto è dotato di alimentazione automatica a coclea del combustibile, bruciatore pilota alimentato a metano di potenza termica nominale pari a 400 kW, regolazione automatica del rapporto aria/combustibile.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Il software di gestione monitora in continuo e registra la temperatura dei fumi, la percentuale di ossigeno nei fumi ed in camera di combustione, la concentrazione del monossido di carbonio.

In particolare il tenore volumetrico dell'ossigeno viene misurato utilizzando una sonda ad ossido di zirconio, mentre per la misura del CO viene utilizzata una sonda ad infrarossi NDIR di tipo non estrattivo. Per la temperatura dei fumi viene utilizzata una sonda a termocoppia.

#### Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati

Viene utilizzato un software per elaborare, visualizzare e stampare i dati relativi alla concentrazione del monossido di carbonio, alla percentuale volumetrica di ossigeno nei fumi ed alla temperatura dei fumi. Per quanto riguarda il valore medio giornaliero di concentrazione del monossido di carbonio, la media viene effettuata sul periodo di normale funzionamento dell'impianto, dalle 06.00 alle 20.00. non esistono condizioni e vincoli tali da invalidare il dato acquisto. La sonda del CO è in grado di campionare ogni 30 secondi, garantendo 120 letture in 1 ora. Il software effettua la media giornaliera dei dati e la media di periodi preimpostati. I dati elementari registrati sono salvati all'interno di un'archivio "storico". L'unità elettronica calcola il valore di concentrazione del CO riferendolo ai fumi anidri ed a un tenore di ossigeno nei fumi dell'11% v/v.

Calibrazione e taratura della sonda all'infrarosso

Gli analizzatori di CO ed O<sub>2</sub> sono calibrati con cadenza annuale. In particolare la sonda per il CO viene sottoposta a verifica dell'allineamento ottico, taratura di zero e span. Inoltre viene effettuata una taratura tramite confronto con altra strumentazione calibrata con gas di riferimento a concentrazione nota. La sonda di ossigeno viene sottoposta a taratura con bombole contenenti gas campione dallo 0,4 all'8%.

Sistema di abbattimento fumi

Multiciclone + filtro a maniche:

filtro depolveratore a maniche:

portata volumica massima trattata 8.800 mc/h

tessuto filtrante Nomex (poliammide aromatica) teflonato

grammatura non dichiarata

numero di maniche filtranti 64

superficie filtrante complessiva 226 mq

rapporto di filtrazione 0,65 m/min

sistema di pulizia maniche con aria compressa in controcorrente

temperatura massima di esercizio 240°

sistema by-pass per temperature inferiori a 130° e maggiori di 240°. il by-pass è azionato da una doppia farfalla comandata da un doppio termostato. La serranda pertanto è sempre in funzione nella prima fase di riscaldamento a freddo fintantoché la temperatura non supera i 130°.

## **IMPIANTO L**

### *Attività*

La ditta produce camere da letto, mediante processi di lavorazione meccanica del legno, impiallacciatura, verniciatura.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima di base è costituita dal pannello in truciolare amalgamato con collante. Vengono utilizzati circa 550 m<sup>3</sup>/anno di pannelli. Nelle operazioni di impiallacciatura sono utilizzate carte prestampate, che vengono incollate ai pannelli con colle ureiche. Per le bordature sono in uso bordi di tipo melaminico, derivanti da cellulosa impregnata da resine melaminiche ed acriliche. Le vernici utilizzate nelle operazioni di verniciatura sono del tipo poliuretano e poliestere, esenti da composti organo-alogenati e metalli pesanti.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Il combustibile che alimenta l'impianto di combustione è costituito dai residui di lavorazione meccanica del truciolare, compreso il polverino che deriva dalle operazioni di squadratura e dalla lavorazione del pannello già impiallacciato. Pertanto è costituito da residui di truciolare, colle a base solvente, colle viniliche, colle urea-formaldeide, bordi di tipo melaminico.

## *Descrizione del ciclo di produzione*

### Assetto impiantistico

La struttura impiantistica dello stabilimento prevede che tutti i residui che derivano dalla lavorazione meccanica dei pannelli, siano trattati mediante un impianto di macinazione, inviati ad un silos e successivamente ad un silo polmone utilizzato per alimentare l'impianto di combustione. Il polverino raccolto nelle lavorazioni di squadrabordatura del truciolare e dell'impiallacciato viene direttamente convogliato al silo polmone di alimentazione dell'impianto di combustione.

### Lavorazioni meccaniche del legno

i pannelli in truciolare, costituiti tipicamente da legno pressato ed amalgamato con collante, sono lavorati mediante operazioni di sezionatura, pantografatura, calibratura, piallatura. Le polveri generate durante questo processo sono convogliate ad un silos di stoccaggio. al silos si trova collegato inoltre il macinatore utilizzato per rendere idonei gli scarti di produzione alla successiva combustione in apposita unità termica.

### Impiallacciatura

Il pannello viene ricoperto con un foglio di carta prestampata tramite incollaggio mediante rulli con colle ureiche – maleiche, e sottoposto a pressatura mediante pressa idraulica ad una temperatura di circa 90°C.

### Squadrabordatura

le operazioni di squadratura, foratura e bordatura sono effettuate sia sui pannelli in truciolare che sugli impiallacciati. Le polveri, raccolte da una sottostazione filtrante, sono direttamente convogliate ad un silo polmone dell'impianto di combustione.

### Verniciatura piana

i semilavorati sono verniciati mediante una linea di verniciatura piana. Le fasi sono le seguenti:

carico pezzi

levigatura facciata del pannello

levigatura bordi

spazzolatura

applicazione isolante a rullo

spazzolatura

applicazione tinta a rullo

spazzolatura

essiccazione forno IR

applicazione acrilico a rullo

essiccazione UV

carteggiatura

spazzolatura

applicazione tinta a rullo

applicazione opaco UV a rullo

applicazione poliestere UV con velatrice

applicazione opaco UV con velatrice

essiccazione in tunnel UV ed aria calda scarico

tutte le operazioni di lavorazione meccanica del legno preliminari ed intermedie alla verniciatura, quali carteggiatura, levigatura, spazzolatura, sono aspirate e l'effluente gassoso è convogliato ad una sottostazione filtrante dedicata. le polveri che derivano da questo processo non sono connesse al silo di alimentazione della caldaia alimentata a sfridi di legno trattato, e pertanto non sono utilizzate come combustibile, ma gestite come rifiuti.

#### *Impianti di combustione*

Per la produzione di calore per scopi tecnologici (aria calda di essiccazione dei forni, pressa idraulica) sono impiegate 2 unità termiche, una alimentata ad olio combustibile, entra in funzione solo quando è fuori servizio l'impianto alimentato a sfridi di legno trattato, l'altra è costituita dall'impianto termico alimentato a sfridi di legno trattato.

potenza termica al focolare alimentato a sfridi legnosi

La potenza termica nominale dell'impianto di combustione è di 3,37 MW.

#### Tipologia di alimentazione

Alimentazione meccanica automatica mediante coclea e griglia mobile inclinata con avanzamento del combustibile a spintore meccanico. L'estrazione delle ceneri è automatica. La combustione avviene a 2 stadi con gassificazione su griglia e pirolisi in camera di combustione. L'impianto è provvisto di camera di postcombustione.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto viene utilizzato per riscaldare i piani della pressa per impiallacciatura e fornire l'aria calda ai forni di essiccazione ed il riscaldamento di tutti gli ambienti di lavoro.

#### Operatività dell'impianto

Nel periodo novembre-febbraio 10 ore al giorno, nei mesi di ottobre e marzo 4 ore al giorno.

#### Parametri di controllo della combustione

L'impianto è dotato di alimentazione meccanica del combustibile mediante coclea, regolazione automatica del rapporto aria – combustibile, bruciatore pilota a metano.

In particolare è prevista la regolazione automatica dell'aria di combustione primaria, secondaria e terziaria. Le temperature registrate in camera di combustione sono comprese tra 900 e 1300 °C.

Un dispositivo elettronico PLC consente il controllo automatico della combustione in grado di effettuare i seguenti controlli:

controllo automatico della richiesta di combustibile in base al fabbisogno energetico

controllo e regolazione dell'aria di combustione primaria e secondaria

controllo e regolazione aspirazione fumi

controllo della combustione con centralina analisi CO

#### Parametri di controllo delle emissioni

L'impianto è provvisto di sistema di misura elettronico delle emissioni costituito da una sonda ad ossido di zirconio per la misura del tenore volumetrico di ossigeno nei fumi di combustione, da una sonda per la misura della temperatura dei fumi a termocoppia, da un sensore per la

misura del monossido di carbonio nei fumi del tipo all'infrarosso non dispersivo (NDIR).  
Il sistema di campionamento è del tipo non estrattivo, con il sensore all'infrarosso installato direttamente sul condotto.

**Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati**

Il sistema di misura è collegato ad un software che acquisisce i valori istantanei misurati dalle sonde, questi dati sono salvati su una memoria interna e viene creato una data base dello storico. I dati possono essere esportati su floppy-disk. Il sistema fornisce i tabulati dei valori istantanei in forma numerica e grafica e calcola in automatico i valori medi orari e giornalieri ed i report di stampa. Un algoritmo specifico ricalcola i valori di concentrazione misurati per il monossido di carbonio al tenore volumetrico di ossigeno di riferimento.

**Calibrazione e taratura della sonda all'infrarosso**

La calibrazione avviene mediante bombole a concentrazione nota di gas.

**Sistema di abbattimento fumi**

Multiciclone con n. 42 cicloncini + filtro a maniche

le caratteristiche del filtro a maniche sono le seguenti:

tessuto filtrante: tela reps in acciaio inox

portata volumica massima trattata: 5.000 m<sup>3</sup>/h

numero maniche filtranti: 120

superficie filtrante: 113 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione: 0,73 m/min.

Pulizia maniche ad aria compressa in controcorrente

## **IMPIANTO M**

*Attività*

La ditta produce tavolame, a partire da materie prime costituite da tronchi di latifoglie europee.

*Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima è costituita da segazione di latifoglie europee e quindi è costituita esclusivamente da legno vergine. L'accoppiamento delle tavole viene effettuato mediante collanti vinilici – acetovinilici ed ureici. In alcuni casi le tavole vengono verniciate sulle teste, prima di essere immagazzinate in pacchi.

*Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

L'impianto di combustione viene alimentato dagli scarti di legno vergine (biomassa legnosa) derivanti dalle operazioni di lavorazione meccanica del legno (segheria) di seguito descritte.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

#### Operazioni di segheria

La materia prima costituita da legno in tronchi viene scortecciata e tagliata in tavole di misure prefissate. Le tavole vengono poi sottoposte a listellatura. Le polveri vengono aspirate e convogliate ad una sottostazione con filtri a maniche. Da qui le polveri vengono inviate pneumaticamente nei pressi della fossa di stoccaggio adiacente all'impianto di combustione e caricate nel bunker polmone mediante coclea. Lo scarto più grossolano viene trasportato in un'area dedicata e poi avviato tramite cassone ad un macinatore. Lo scarto di truciolo viene anch'esso depositato in area dedicata ed in seguito caricato nella fossa dell'impianto di combustione mediante scarico diretto da cassone.

#### Essiccazione

Il legname listellato viene posto in celle all'interno delle quali viene immessa aria calda ad umidità controllata. Il reparto essiccazione è asservito da un impianto di combustione alimentato a sfridi di legno vergine di potenzialità termica nominale di 5,9 MW. Le celle di essiccazione presentano sfiati in atmosfera.

#### Produzione semilavorati: taglio a misura e levigatura

Talvolta il tavolame essiccato viene portato a misura e levigato. Le polveri vengono aspirate e convogliate ad una sottostazione filtrante afferente ad un punto di emissione e successivamente ad un silos di stoccaggio afferente ad un punto di emissione. Gli scarti di lavorazione vengono raccolti in cassone ed avviati al macinatore. Le polveri raccolte nella sottostazione e nel silos vengono avviati pneumaticamente nei pressi della fossa di stoccaggio adiacente all'impianto di combustione e caricate nel bunker polmone mediante coclea.

#### Verniciatura delle teste dei pacchi di tavole con prodotto impermeabilizzante all'acqua

Verniciatura delle teste dei pacchi di tavole con prodotto impermeabilizzante all'acqua. La verniciatura è di tipo manuale a spruzzo e viene effettuata in cabina chiusa sui tre lati con grigliato aspirante e filtri a secco. L'appassimento avviene a temperatura ambiente all'interno della cabina stessa. Vengono utilizzati prodotti vernicianti all'acqua. Le emissioni vengono espulse mediante un punto di emissione in atmosfera.

#### Macinazione

Macinazione degli scarti di legno effettuata in area coperta e dedicata. L'operazione non genera emissioni convogliate.

### *Impianto di combustione*

Le polveri che vengono convogliate all'impianto termico provengono da tutte le linee di lavorazione presenti nello stabilimento sopra descritte. Sono raccolte nella fossa di carico e convogliate ad un bunker polmone dal quale vengono prelevate automaticamente e caricate in camera di combustione mediante coclea.

#### Potenza termica al focolare

La caldaia ha una potenza termica nominale al focolare pari a 5,9 MW.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto dall'impianto di combustione viene utilizzato per il riscaldamento delle celle di essiccazione del legname.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto di combustione opera 24 ore su 24.

#### Parametri di controllo della combustione

L'impianto di combustione è del tipo a doppia griglia mobile. E' provvisto di alimentazione automatica del combustibile mediante coclea, bruciatore pilota alimentato a gasolio, controllo della combustione anche in fase di avviamento. Il controllo dell'impianto deriva dall'impostazione su PLC della temperatura finale dell'acqua (120 °C circa), la quale regola la temperatura dell'olio diatermico e la temperatura di scambio acqua-aria.

La temperatura in camera di combustione viene rilevata mediante termocoppia posta a circa 1,5 m dalla parte iniziale della camera. L'ossigeno viene rilevato al fine di regolare il rapporto dello stesso in camera di combustione. La pressione e l'ossigeno vengono regolati automaticamente.

Presenza di due recuperatori termici:

fumi/olio diatermico con scambio calore olio/acqua;

fumi/acqua in scambiatore a fascio tubiero.

Parametri di controllo delle emissioni

Sulle emissioni non viene monitorato alcun parametro.

#### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema filtrante è costituito da un mult ciclone in serie con un filtro depolveratore del tipo a maniche filtranti avente le seguenti caratteristiche:

multiclone costituito da 2 cicloni disposti in parallelo

filtro depolveratore a maniche

portata volumica trattata 27.000 m<sup>3</sup>/h

tessuto filtrante Nomex poliestere 500

numero di maniche filtranti 432

superficie filtrante complessiva 256 m<sup>2</sup>

rapporto di filtrazione 1,07 m/min

sistema di pulizia maniche con aria compressa in controcorrente

temperatura massima di esercizio 200°C

Un dispositivo di by-pass posto in ingresso all'impianto di filtrazione a maniche, viene attivato per insufflare aria dall'esterno quando la temperatura fumi in ingresso al filtro a maniche è superiore a 220°C. E' inoltre presente un by-pass diretto in atmosfera utilizzato nel caso in cui non sia sufficiente il raffreddamento con aria falsa. Il by-pass viene aperto manualmente mediante PLC.

### *Gestione dei rifiuti*

Le ceneri vengono raccolte:

- a) per caduta dal filtro a maniche ed avviate mediante coclea ad un cassone chiuso;
- b) per caduta dai cicloni e raccolte in cassone;
- c) automatico dall'impianto di combustione per mezzo di portello con scarico in cassone. Lo scarico viene effettuato 1 volta al giorno. Le ceneri raccolte vengono avviate generalmente a recupero, a volte a smaltimento con codice CER 100101 (rifiuto non pericoloso). L'analisi del rifiuto viene effettuata annualmente.

## **IMPIANTO N**

### *Attività*

La ditta produce battiscopa, perline e cornici in legno verniciato, a partire da materie prime costituite da essenze di legno.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima è costituita da listelli di tavolame grezzo (prevalentemente pino).

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

L'impianto di combustione viene alimentato dagli scarti di legno vergine (biomassa legnosa) derivanti esclusivamente dalle operazioni di lavorazione meccanica del legno vergine e dalla loro macinazione.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

#### Stoccaggio materie prime

Stoccaggio delle materie prime da utilizzare nel ciclo produttivo, quali tavolame, semilavorati di legno vergine, prodotti vernicianti e collanti termofusibili.

Presso il magazzino vengono stoccati anche battiscopa pronti per la loro commercializzazione.

#### Eventuale essiccazione del legname

Alcune tipologie di tavolame di legno vergine sono sottoposte ad operazione di essiccazione in impianto dedicato.

#### Lavorazioni meccaniche del legno

I semilavorati sono sottoposti ad operazioni di falegnameria mediante utilizzo di macchine ad attivazione automatica o semiautomatica.

Le operazioni consistono nella sezionatura longitudinale e trasversale del tavolame di legno vergine e nella scorniciatura. Sono utilizzate scorniciatrici, seghe a nastro, giuntatrici, calibratrici, sagomatrici e multilame.

#### Verniciatura

Le operazioni di verniciatura interessano le fasi di applicazione della tinta, del fondo, della finitura e relative fasi di asciugatura ed essiccazione in area dedicata.

In particolare, per la produzione di battiscopa viene effettuato l'intero ciclo di verniciatura che consiste in una prima fase di applicazione della tinta, del fondo e di asciugatura e in una successiva fase di finitura e relativa asciugatura, mentre per la quasi totalità delle perline viene applicata solo la finitura.

#### Impiallacciatura

Alcuni manufatti vengono sottoposti a rivestimento a caldo di supporti decorativi, con utilizzo di collanti termofusibili.

#### Imballaggio e stoccaggio del prodotto finito

Il prodotto finito è imballato con polietilene, polistirolo e cartone e stoccato in magazzino.

#### *Impianto di combustione*

Le polveri che vengono convogliate all'impianto di combustione provengono dalle linee di lavorazione meccanica del legno e dalla fase di macinazione/triturazione degli scarti di legno vergine. Gli scarti di legno trattato (tinto e/o verniciato o impiallacciato) sono accumulati in cassone e smaltiti come rifiuto.

#### Potenza termica al focolare

La caldaia ha una potenza termica nominale al focolare pari a 1,16 MW.

#### Utilizzo dell'impianto

Il calore prodotto dall'impianto di combustione viene utilizzato per il riscaldamento degli ambienti di lavoro, per l'asciugatura e l'essiccazione dei prodotti vernicianti e per l'essiccazione del tavolame di legno grezzo.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Sulle emissioni non viene monitorato in continuo alcun parametro.

#### Sistema di abbattimento fumi

L'abbattimento delle polveri avviene mediante ciclone separatore.

## **IMPIANTO O**

#### *Attività*

La ditta produce cornici in legno verniciato, a partire da materie prime costituite da essenze di legno.

#### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima è costituita da tavolame di legno vergine (pino, rovere, toulipière, betulla ecc...). Lavorazioni successive prevedono la verniciatura delle cornici e/o la loro decorazione con pasta di legno impregnata di prodotto collante.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

L'impianto di combustione viene alimentato dagli scarti di legno vergine (biomassa legnosa) derivanti esclusivamente dalle operazioni di lavorazione meccanica del legno vergine.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

#### Lavorazione meccanica del legno

Il tavolame in ingresso (pino, rovere, toulipière, betulla, ecc...) viene sottoposto ad operazioni di lavorazione meccanica mediante macchine utensili quali multilame, sezionatrici e scorniciatrici. Si ottengono così delle aste destinate successivamente alla tinteggiatura. L'aria esausta viene aspirata, convogliata ad una sottostazione di filtrazione a maniche ed espulsa attraverso due punti di emissione.

Tutte le polveri decantate dal sistema di filtrazione vengono avviate ad un silos di stoccaggio provvisto di sistema di filtrazione a maniche ed in seguito ad un punto di emissione.

#### Applicazione automatizzata a spruzzo della tinta

Le aste provenienti dalle precedenti operazioni vengono avviate ad un impianto automatizzato a spruzzo di applicazione tinta, provvisto di vasche per la raccolta dell'over spray di verniciatura. Il processo prevede l'applicazione di tinte sia a solvente che all'acqua. Le emissioni prodotte vengono aspirate, filtrate attraverso filtro in fibra di vetro e convogliate ad un punto di emissione. L'appassimento/essiccazione avviene in ambiente di lavoro.

#### Applicazione automatizzata a spruzzo del fondo

Applicazione del fondo sia a solvente che all'acqua. L'operazione viene condotta con un impianto automatizzato a spruzzo provvisto di vasche per la raccolta dell'over spray di verniciatura. Le emissioni generate vengono aspirate, filtrate attraverso filtro in fibra di vetro e convogliate ad un punto di emissione. L'appassimento/essiccazione avviene in ambiente di lavoro.

#### Spolvero

La fase di applicazione finitura è preceduta da una fase di spolvero. L'aria polverulenta viene aspirata e convogliata ad una sottostazione di filtrazione maniche ed in seguito ad un punto di emissione in atmosfera. Il polverino viene stoccato in sacchi ed avviato allo smaltimento.

#### Trafilatura

La trafilatura viene effettuata mediante l'utilizzo di un impianto automatizzato a spruzzo dotato di vasche per la raccolta dell'over spray di verniciatura. Le emissioni generate sono aspirate e convogliate ad un punto di emissione in atmosfera.

#### Applicazione automatizzata a spruzzo della finitura

L'applicazione viene effettuata mediante l'utilizzo di due impianti automatizzati a spruzzo dotati di vasche per la raccolta dell'over spray di verniciatura. I prodotti utilizzati sono nitro o poliuretanicici ed in piccola quantità all'acqua. Le emissioni generate sono aspirate e convogliate ad un punto di emissione. Le successive fasi di appassimento vengono attuate in due locali parzialmente confinati (celle di appassimento) provvisti di ventola per l'espulsione dell'aria mediante due punti di emissione.

#### Lavorazione meccanica delle aste verniciate

L'operazione consiste nel tagliare longitudinalmente aste già verniciate o trattate. Il polverino che si genera viene aspirato e convogliato ad una sottostazione di filtrazione a maniche ed in

seguito ad un punto di emissione in atmosfera. Il polverino viene stoccato in un cassone ed avviato allo smaltimento.

#### Applicazione paste di legno per decori

Le operazioni di applicazione decori sulle cornici avviene mediante l'applicazione di una pasta di legno contenente acetone e toluene. Le emissioni di tale fase vengono aspirate e convogliate ad un punto di emissione in atmosfera. Locale di appassimento aspirato e convogliato ad un punto di emissione in atmosfera.

#### Macinazione

Macinazione degli scarti di legno vergine e dei pallets. Il truciolo di risulta viene inviato in parte ad una bricchettatrice ed in parte ad un silos polmone da cui viene prelevato e convogliato con coclea all'impianto di combustione.

#### *Impianto di combustione*

Le polveri che vengono convogliate all'impianto di combustione, provengono dalla linea di lavorazione meccanica del legno e dalla fase di macinazione, sono raccolte in silos, avviate in parte alla macchina bricchettatrice ed in parte ad un silos polmone da cui vengono prelevate automaticamente e caricate in camera di combustione mediante coclea.

#### Potenza termica al focolare

La caldaia ha una potenza termica nominale al focolare pari a 1,16 MW.

#### Utilizzo dell'impianto

Il calore prodotto dall'impianto di combustione viene utilizzato indirettamente per l'appassimento del verniciato in celle ed in ambiente di lavoro e per il riscaldamento dell'ambiente di lavoro stesso.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto di combustione opera 8 ore al giorno nel periodo novembre - aprile.

#### Parametri di controllo della combustione

L'impianto di combustione è provvisto di alimentazione automatica del combustibile mediante coclea. L'alimentazione viene controllata dalla temperatura dell'acqua in uscita. Non è presente alcun sistema di controllo della combustione.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Sulle emissioni non viene monitorato in continuo alcun parametro.

#### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema filtrante è costituito da un multiciclone avente le seguenti caratteristiche: multiciclone costituito da 25 cicloncini.

Non è presente alcun dispositivo di by-pass.

La manutenzione viene effettuata periodicamente dalla ditta costruttrice.

### *Gestione dei rifiuti*

Le ceneri vengono raccolte in cassone posto al di sotto del ciclone separatore per mezzo di portello con scarico in cassone.

Le ceneri vengono avviate al riutilizzo in agricoltura.

## **IMPIANTO P**

La ditta produce tavolame, a partire da materie prime costituite da tronchi di latifoglie e botti a partire da tronchi di latifoglie o tavolame prevalentemente in rovere.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La materia prima è costituita da segazione di latifoglie e quindi è costituita esclusivamente da legno vergine (rovere, frassino, tiglio, noce, olmo, ecc...).

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

L'impianto di combustione viene alimentato dagli scarti di legno vergine (biomassa legnosa) derivanti dalle operazioni di lavorazione meccanica del legno (segheria) di seguito descritte.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

#### Operazioni di segheria

La materia prima costituita da legno in tronchi viene scortecciata e tagliata in tavole di misure prefissate. Dal tronco viene prodotto tavolame di legno destinato alla vendita dopo aver subito essiccazione, oppure doghe utilizzate per la costruzione delle botti. La materia prima può essere costituita da tavolame. Le polveri che si generano durante le lavorazioni del legno umido ed essiccato, vengono convogliate ad una sottostazione a maniche ed in seguito ad un silos di stoccaggio, collegato pneumaticamente ad un altro silos che convoglia direttamente il truciolo in combustione. A quest'ultimo silos vengono convogliati anche gli sfridi di legno ottenuti dalla triturazione in macinatore, costituiti da residui di lavorazione del legno. Il macinatore è posto in apposita area parzialmente confinata. Le cortecce vengono cedute a ditte terze. Dal silos i residui di legno vergine vengono convogliati ad un polmone di alimentazione dell'impianto di combustione.

#### Essiccazione

Il legname in tavole destinato alla vendita viene posto in celle all'interno delle quali viene immessa aria calda. Il reparto essiccazione è asservito da un impianto di combustione alimentato a sfridi di legno vergine di potenzialità termica nominale di 1,64 MW.

#### Produzione semilavorati

Talvolta il tavolame essiccato viene portato a misura. Il tavolame umido viene ridotto in doghe destinate alla costruzione delle botti. Le polveri vengono aspirate e convogliate ad una sottostazione filtrante afferente ad un punto di emissione e successivamente a due sili di stoccaggio afferenti ciascuno ad un punto di emissione. Gli scarti di lavorazione vengono avviati ad un macinatore. Il macinato viene anch'esso avviato al silos di stoccaggio afferente all'impianto di combustione. Le polveri raccolte nel silos vengono avviate pneumaticamente ad un

polmone.

#### Macinazione

Macinazione degli scarti di legno effettuata in area coperta e dedicata. L'operazione non genera emissioni convogliate.

#### *Impianto di combustione*

Il truciolo che viene convogliato agli impianti di combustione proviene da tutte le linee di lavorazione presenti nello stabilimento sopra descritte. Viene raccolto in sili ed affrisce ad un polmone dal quale viene prelevato automaticamente e caricato in camera di combustione mediante coclea. La manutenzione dell'impianto di combustione di potenzialità termica nominale al focolare di 1,64 MW viene effettuata ogni 15 – 20 giorni e prevede anche l'estrazione delle ceneri.

#### Potenza termica al focolare

La caldaia ha una potenza termica nominale al focolare pari a 1,64 MW.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto dall'impianto di combustione viene utilizzato per il riscaldamento delle celle di essiccazione del legname ed il riscaldamento dell'ambiente di lavoro.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto di combustione opera 24 ore su 24.

#### Parametri di controllo della combustione

L'impianto di combustione è del tipo a griglia fissa. E' provvisto di alimentazione automatica del combustibile mediante coclea, non presenta bruciatore pilota, è provvisto di controllo della temperatura sia in camera di combustione sia nel condotto di espulsione dei fumi, inoltre viene controllata la pressione di vapore in camera di combustione al fine di regolare l'alimentazione della caldaia in base al calore necessario in produzione. Il calore utilizzato nelle camere di essiccazione viene prelevato mediante scambiatore a fascio tubiero.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Sulle emissioni viene monitorata la temperatura dei fumi in uscita.

#### Sistema di abbattimento fumi

I fumi di combustione vengono emessi da un punto di emissione in atmosfera previo abbattimento mediante multiciclone costituito da circa 20 cicloncini, per entrambi gli impianti di combustione. Non è presente alcun dispositivo di by-pass.

#### *Gestione dei rifiuti*

Le ceneri leggere vengono raccolte alla base del ciclone e raccolte circa 1 volta a settimana. Le ceneri pesanti vengono raccolte ogniqualvolta viene effettuata la manutenzione dell'impianto di combustione, mediante aspirazione manuale con aspirapolvere. Ceneri leggere e pesanti vengono stoccate in big – bags ed avviate allo smaltimento con cadenza annuale .

Le ceneri raccolte vengono avviate a smaltimento con codice CER 100103 (rifiuto non pericoloso).

## **IMPIANTO Q**

### *Attività*

La ditta esercisce l'attività di coltivazione in serra di piante da orto e fiore.

Per la produzione del calore necessario a climatizzare le serre, mantenute ad una temperatura di circa 16°, viene utilizzato un impianto termico alimentato a biomassa vegetale.

In caso di non funzionamento, o per manutenzione periodica dell'impianto termico alimentato a biomassa, viene installato un impianto termico alimentato a gasolio, di potenzialità termica nominale pari a 1,43 MW.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

La biomassa è costituita da scarti legnosi provenienti da attività di selvicoltura, potature, in forma di cippato. Le specie vegetali di norma utilizzate sono l'abete, faggio, noce. La quantità oraria massima di combustibile è di 864 kg/h, 2.178 t/anno.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

Il cippato in ingresso viene stoccato all'interno di una struttura parzialmente coperta in calcestruzzo. Tramite 2 botole servocomandate il cippato viene convogliato all'interno di un volume interrato da 150 mc, dotato di un sistema di estrazione a rastrelli, che trasporta il materiale ad un nastro redler di trasporto collegato alla tramoggia della caldaia ed allo spintore che spinge la biomassa in camera di combustione.

### *Impianto di combustione*

potenza termica al focolare

La potenza termica nominale al focolare è di 2.980 kW, quella utile di 2.550 kW. La caldaia è della prodotta dalla ditta UNICONFORT, modello Global/G – 240.

### *Tipologia di alimentazione*

Il sistema di trasporto è di tipo meccanico nella prima fase, dove il cippato, tramite rastrelli e un trasportatore redler a nastro, viene condotto alla tramoggia di carico. Da qui il materiale legnoso viene convogliato alla camera di combustione da uno spintore azionato da un pistone idraulico.

### *Processo di combustione*

La camera di combustione è del tipo a griglia mobile a 4 giri di fumo. Il braciere è suddiviso in una zona di preriscaldamento, zona di precombustione, zona di combustione, zona di postcombustione e camera adiabatica. I gas combustibili permangono in camera di postcombustione per almeno 2 secondi.

La geometria della camera di combustione è progettata per ottenere una prima depolverazione a livello della camera adiabatica a monte dello scambiatore di calore.

La camera di combustione è provvista di uno spessore elevato di refrattario che radia il calore sul combustibile umido essiccandolo e favorendone la successiva combustione.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto viene utilizzato per il riscaldamento invernale delle serre. Data la tipologia dell'utenza collegata, la richiesta termica nel corso della giornata è discontinua.

#### Operatività dell'impianto

Da ottobre a marzo.

#### Parametri di controllo della combustione

Il processo di combustione è regolato da PLC che controlla i principali parametri di processo. In particolare:

- temperatura camera di combustione;
- temperatura camera post combustione;
- temperatura fumi in ingresso al filtro;
- temperatura fumi in uscita dalla camera di combustione;
- temperatura fumi a camino;
- depressione focolare;
- concentrazione CO
- tenore di ossigeno in camera di combustione.

In camera di combustione si ottengono temperature comprese tra i 750 ed i 1000 °C.

la temperatura massima che viene di norma raggiunta in camera di postcombustione è di circa 950 °C.

La temperatura dei fumi in uscita dalla camera di combustione è di circa 350 °C, mentre la temperatura massima dei fumi in ingresso al filtro è di circa 250 °C.

la temperatura dei fumi prima dell'emissione in atmosfera è di circa 200 °C.

il PLC a servizio della caldaia visualizza una serie di parametri che regolano in automatico il funzionamento dell'impianto, tra questi:

- set-point temperatura acqua di mandata
- temperatura uscita fumi
- temperatura focolare
- temperatura postfocolare
- concentrazione CO ppm
- tenore volumetrico di ossigeno nei fumi – sonda Lambda all'ossido di tungsteno
- depressione in camera di combustione
- funzionamento ventilatori di aria primaria/secondaria/terziaria.

Altre funzioni regolano e visualizzano altri parametri quali i tempi di carico del materiale in caldaia, il tempo di attività di movimento della griglia mobile ed il tempo di attività dell'estrattore delle ceneri.

#### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema di abbattimento è costituito da un multi ciclone con installato in serie un filtro a maniche.

Il filtro a maniche possiede le seguenti caratteristiche:

tessuto: tela reps in acciaio inox, diametro del fili in acciaio 0,25/0,16 mm

numero maniche: 270

superficie filtrante: 254 m<sup>2</sup>

portata: 4000 m<sup>3</sup>/h

rapporto di filtrazione 0,26 m/min.

pulizia ad aria compressa in controcorrente, controllata elettronicamente in funzione di un differenziale di pressione misurato da un manometro differenziale.

#### Sistema di by-pass

Il sistema di abbattimento è provvisto di una serranda by-pass che si attiva quando la temperatura dei

fumi in ingresso al filtro è inferiore a 110 °C.  
l'azionamento del by-pass è elettromeccanico.

La temperatura dei fumi di 110 °C, corrisponde al 30% della potenza termica nominale dell'impianto, e coincide con il minimo tecnico. Quando la serranda by-pass è attiva, i fumi di combustione bypassano il filtro a maniche, il multiciclone e l'aspiratore, e si raccordano direttamente all'uscita camino della caldaia, essendo espulsi per tiraggio naturale. Con l'impianto in esercizio, la temperatura dei fumi di 110° viene raggiunta in pochi minuti. Con la prima accensione, generalmente nel mese di ottobre, la temperatura fumi di 110° viene raggiunta in circa 4 ore.

Il sistema by-pass si attiva anche in caso di:  
mancanza energia elettrica  
segnalazione di guasto avaria dei sistemi primari di controllo e funzionalità della caldaia

#### *Gestione dei rifiuti*

Le ceneri sono raccolte in un serbatoio posto a lato dell'impianto di combustione. La percentuale in massa di ceneri prodotte nel processo di combustione non supera l'1% m/m. Il sistema di evacuazione delle ceneri è completamente automatico.

## **IMPIANTO R**

#### *Attività*

Il ciclo produttivo della ditta è finalizzato alla lavorazione di semi di vario genere, in particolare soia (circa il 75%), semi di girasole (circa il 20%) e semi di vinacciolo (circa il 5%) finalizzata alla produzione di olio.

#### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

Le materie prime costituite da semi vegetali vengono sottoposte alle seguenti lavorazioni:  
stoccaggio semi  
vagliatura/pulizia meccanica  
preparazione del seme con operazioni meccaniche di macinazione, laminazione e pellettizzazione al fine di facilitare la successiva estrazione con il solvente  
estrazione chimico-fisica in controcorrente delle farine con solvente n-esano in estrattore continuo del tipo a "carosello"  
finitura e stoccaggio delle farine disoleate  
raffinazione dell'olio attraverso neutralizzazione con soda, disidratazione per evaporazione sotto vuoto, decolorazione, deodorazione per strippaggio con vapore.

#### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

La farina di vinacciolo desolventata, disoleata ed essiccata, con umidità residua di circa l'8 % m/m, e potere calorifico inferiore di circa 14.000 – 16.000 kJ/kg, viene stoccata in silos e trasferita alla combustione in dedicata unità termica per la produzione di vapore funzionale al processo produttivo.

### *Impianto di combustione*

L'impianto di combustione alimentato a farina di vinacciolo è costituito da un generatore semifisso, realizzato dalla "Pelucchi & Figlio" di Monza nel 1977, con potenza termica nominale di 6 MW ed una produzione di vapore di 12 t/h alla pressione di 15 bar. La quantità media annua di farine inviate a combustione è di 3.000 t.

#### Tipologia di alimentazione

L'impianto è alimentato in automatico tramite un sistema autofuoco. La farina proveniente dai silos di stoccaggio a maggiore capacità viene trasferita ad un silo polmone a ridosso dell'unità termica e da qui mediante coclea introdotto nel focolare.

#### Utilizzo tecnologico

Il calore prodotto viene utilizzato esclusivamente per la produzione di vapore necessario alle fasi di estrazione e raffinazione olio ed essiccazione farine esauste.

#### Operatività dell'impianto

L'impianto di combustione opera su ciclo continuo per 24 ore al giorno per tutto l'anno.

#### Parametri di controllo delle emissioni

Le emissioni generate dalla combustione della farina di vinacciolo vengono sottoposte a controllo con strumentazione di analisi per la temperatura dell'effluente e per i gas monossido di carbonio ed ossigeno.

#### Sistema di acquisizione, validazione ed elaborazione dei dati

La centralina che registra i dati acquisiti dalla sonda è in grado di visualizzare il dato istantaneo, memorizzare i dati elementari su supporto informatico, elaborare il grafico relativo alla variazione giornaliera della concentrazione del monossido di carbonio.

L'elaborazione successiva dei dati acquisiti per il calcolo dei valori medi orari e giornalieri rimane comunque manuale.

#### Calibrazione e taratura della sonda all'infrarosso

Non c'è evidenza che queste operazioni siano effettuate.

#### Sistema di abbattimento fumi

Il sistema di filtrazione è costituito da multiciclone separatore ed un filtro a maniche disposti in serie. È presente un sistema di by-pass del depolveratore a maniche che si attiva in caso di assenza di corrente elettrica, oppure con temperature dei fumi in ingresso al filtro superiori a 180°C ed inferiori a 70°C. Il filtro a maniche più vecchio è provvisto di 216 maniche filtranti in nomex (poliammide aromatica), una superficie filtrante di 192 m<sup>2</sup> ed un rapporto di filtrazione di circa 1 m/min.

### *Gestione dei rifiuti*

La ditta, effettua il recupero energetico dei rifiuti vegetali in regime di comunicazione ai sensi degli artt. 214 - 216 del D.Lgs 152/2006 e del DM 5.2.1998, tipologia 3 dell'Allegato 2 suballegato 1. I residui derivanti dalla combustione, prese in carico con CER 100101 vengono depositati in cassone di ferro per poi essere inviati a successivo smaltimento.

Il quantitativo di rifiuti vegetali, CER 020303, stato fisico solido polverulento, prodotto per

l'anno 2008 è risultato essere di 118.276 kg, di cui 82.655 kg destinate a recupero energetico R1, e 92.642 kg registrate come messa in riserva R13 in giacenza al 31/12. Il rifiuto codificato con CER 100101, costituito da ceneri pesanti, scorie e polveri di caldaia, stato fisico solido polverulento, è destinato per un quantitativo di 12.120 kg a ditta autorizzata allo smaltimento.

## **IMPIANTI S e T**

### *Attività*

La ditta produce blocchi e manufatti in polistirolo espanso.

### *Caratteristiche delle materie prime utilizzate*

La ditta utilizza circa 300 t/mese di perle di polistirolo contenenti pentano.

### *Caratteristiche del combustibile che alimenta l'impianto di combustione*

Olio combustibile denso BTZ, contenuto di zolfo 1%, nichel + vanadio 180 mg/kg, residuo carbonioso 15 % m/m.

### *Descrizione del ciclo di produzione*

Per la produzione del vapore necessario alle operazioni di stampaggio, sono attivi 2 impianti termici alimentati a olio combustibile, afferenti ai punti di emissione nn. 1 e 2, di potenzialità nominale rispettivamente pari a 5,8 e 7 MW.

### *Impianto di combustione*

potenza termica al focolare

Caldaia 1 da 7 MW (anno di costruzione 1981), Caldaia 2 da 5,8 MW (più recente dell'impianto principale, anno di costruzione 1992)

### *Tipologia di alimentazione*

Olio combustibile denso BTZ. L'impianto da 7 MW viene mediamente alimentato con 400 kg/h di olio combustibile, l'impianto più piccolo con 250 kg/h di olio combustibile.

### *Utilizzo tecnologico*

Produzione vapore per tutte le fasi di stampaggio del polistirolo

### *Operatività dell'impianto*

24 ore al giorno, tutto l'anno

### *Sistema di abbattimento fumi*

Non presente.



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



**PROVINCIA DI TREVISO**

**ARPAV**

**Agenzia Regionale per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale del Veneto**

***Direzione Generale***

Via Matteotti, 27

35131 Padova PD

Tel. +39 049 82 39301

Fax. +39 049 66 0966

E-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

E-mail certificata: [protocollo@pec.arpa.it](mailto:protocollo@pec.arpa.it)

Sito Internet: [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

**PROVINCIA DI TREVISO**

Via Cal di Breda, 116

31100 Treviso TV

Tel. + 39 0422 6565

Fax. + 39 0422 582499

E-mail: [ecologia@provincia.treviso.it](mailto:ecologia@provincia.treviso.it)

E-mail certificata protocollo: [provincia.treviso@pecveneto.it](mailto:provincia.treviso@pecveneto.it)

Sito internet: [www.provincia.treviso.it](http://www.provincia.treviso.it)