



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901738141
Data Deposito	04/06/2009
Data Pubblicazione	04/12/2010

Classifiche IPC

Titolo

**SISTEMA INTEGRATO DI RIATTIVAZIONE E RICIRCOLO DI CENERI LEGGERE AD ALTO
TENORE DI INCOMBUSTI.**

**SISTEMA INTEGRATO DI RIATTIVAZIONE E RICIRCOLO DI CENERI
LEGGERE AD ALTO TENORE DI INCOMBUSTI**

DESCRIZIONE

Settore dell'invenzione

5 La presente invenzione si riferisce ad un apparato e ad un metodo di trattamento delle ceneri, particolarmente idonei all'impiego per ceneri leggere ottenute dalla combustione di combustibili fossili o da co-combustione con essi di CDR o biomasse all'interno di caldaie a polverino, ad esempio in impianti di produzione di energia e simili.

10 **Background dell'invenzione**

Le vigenti normative che regolano l'utilizzo delle ceneri leggere nella produzione del cemento e del calcestruzzo impongono limiti sulla granulometria di queste e sul loro contenuto percentuale di incombusti. I valori-limite sono determinati ed imposti al fine di non alterare le caratteristiche del prodotto finale ottenuto.

15 Per la produzione di cemento, occorre attingere al patrimonio delle risorse naturali, soprattutto calcare e pozzolana, che si ricavano da apposite cave. Il calcare e la pozzolana, miscelati ad altri componenti minerali, vengono combusti nei forni dei cementifici, per ottenere il clinker di cemento che, opportunamente macinato, diventa cemento vero e proprio.

20 La produzione di una tonnellata di clinker genera circa una tonnellata di CO₂. Le ceneri leggere di buona qualità, vale a dire con una percentuale di incombusti inferiore al 5% in peso, possono essere aggiunte al clinker di cemento fino a una percentuale del 30%. Milioni di tonnellate di CO₂ possono essere risparmiate ogni anno operando questa sostituzione.

25 La percentuale di incombusti presente nelle ceneri leggere prodotte all'interno di caldaie a combustibile solido può variare di molto a secondo del tipo di combustibile utilizzato, della presenza di co-combustione con biomasse e/o CDR e del sistema di combustione nel suo complesso. Quando il tenore di incombusti delle ceneri leggere supera il limite consentito, esse non sono

riutilizzabili e sono destinate alla discarica, con notevoli costi di gestione e mancato vantaggio per l'ambiente.

Il problema degli incombusti nelle ceneri si è particolarmente enfatizzato in corrispondenza dell'adozione di strategie di combustione cosiddette "low-NOx".

5 In tali condizioni, hanno luogo processi di disattivazione termica del residuo carbonioso determinati dalla esposizione a temperature elevate. Infatti, tale esposizione a temperature elevate in corrispondenza di condizioni blandamente ossidanti se non addirittura riducenti rappresenta una condizione che favorisce processi di tempra dei residui carboniosi ed una conseguente disattivazione
10 termica.

Una risposta possibile al problema degli incombusti nelle ceneri è rappresentato dai processi di ri-combustione di una parte delle ceneri leggere mediante il loro ricircolo diretto in camera di combustione. Tuttavia, studi relativi alla ri-combustione della percentuale di incombusti della cenere sia leggera sia
15 pesante dimostrano che i processi di ri-combustione *tout-court* si rivelano solo marginalmente efficaci, in quanto la disattivazione termica del residuo carbonioso rende la reattività residua dello stesso estremamente ridotta durante la fase di ri-combustione.

Sintesi dell'invenzione

20 Pertanto, il problema tecnico posto e risolto dalla presente invenzione è quello di fornire un apparato ed un metodo di trattamento delle ceneri leggere che consentano di ovviare agli inconvenienti sopra menzionati con riferimento alla tecnica nota, ed in particolare che permettano una riduzione sostanziale del livello di incombusti in esse presenti in modo efficace ma a basso costo,
25 consentendo un successivo importante riutilizzo delle ceneri stesse a scopi industriali, e particolarmente nella produzione di cemento e calcestruzzo.

Tale problema viene risolto da un apparato secondo la rivendicazione 1 e da un metodo secondo la rivendicazione 22.

Caratteristiche preferite della presente invenzione sono presenti nelle rivendicazioni dipendenti della stessa.

La presente invenzione fornisce alcuni rilevanti vantaggi. Il vantaggio principale consiste nel fatto che essa riesce a superare gli svantaggi dei processi di
5 tecnica nota sopra citati in quanto consente una importante riattivazione delle ceneri leggere e quindi una estesa conversione del carbonio in esse contenuto in una successiva re-immissione in caldaia.

In particolare, l'invenzione ottiene:

- 10 - una riduzione drastica del tenore di incombusti nelle ceneri leggere, elevandone così la qualità e trasformandole da rifiuto in prodotto rivendibile, con notevole guadagno da parte del gestore dell'impianto di origine (ad esempio una centrale elettrica) anche in termini di mancata messa a discarica;
- 15 - vantaggi ambientali derivanti dalla conversione di un rifiuto destinato alla discarica a materia prima utilizzabile nell'industria del cemento e del calcestruzzo e conseguente risparmio di CO₂ rilasciata nell'ambiente nel processo di produzione del cemento stesso.

L'invenzione risulta particolarmente vantaggiosa quando associata al sistema di ricircolo illustrato in WO 2006/005574, qui incorporato mediante questo
20 riferimento, riuscendo in tal caso ad ottenere come unico prodotto della combustione solo cenere leggera di elevata qualità.

* * *

Sintetizzando la descrizione dettagliata di forme di realizzazione preferite riportata più avanti, viene fornito un sistema di riattivazione degli incombusti
25 presenti nelle ceneri leggere e di ricircolo delle stesse in camera di combustione per ultimare il processo di ossidazione del carbonio così attivato.

Il sistema proposto, in uso, è costituito principalmente da:

- un sistema di raccolta delle ceneri leggere in uscita dalle apparecchiature di trattamento fumi di combustione prima dell'espulsione degli stessi al camino -

in presenza di precipitatori elettrostatici per il trattamento dei fumi di combustione, detto sistema di recupero è connesso esclusivamente ai campi del separatore che presentano ceneri a maggior contenuto di incombusti;

- un eventuale apparecchiatura di concentrazione delle ceneri a maggior contenuto di incombusti, particolarmente vantaggiosa qualora siano presenti sistemi di filtrazione meccanici per il trattamento dei fumi di combustione;
- un dispositivo/apparato di riattivazione delle ceneri - a seconda che il processo di riattivazione avvenga in continuo o in discontinuo, detto apparato può consistere in
 - un trasportatore metallico racchiuso in un contenitore metallico a tenuta, sul cui nastro di trasporto si realizza il letto fluido o fisso oppure
 - un serbatoio polmone con la stessa funzionalità;
- mezzi di adduzione di aria calda al dispositivo/apparato di riattivazione e mezzi di aspirazione da quest'ultimo e di trattamento dell'aria così aspirata;
- un eventuale condotto di collegamento fra il dispositivo/apparato di riattivazione ed il condotto fumi per lo smaltimento dell'aria a valle del processo di riattivazione;
- un sistema di trasporto della cenere trattata alla camera di combustione;
- un sistema di regolazione e controllo, in grado di assicurare lo svolgimento in automatico delle operazioni, come sarà appresso descritto nella parte di descrizione del funzionamento.

* * *

Altri vantaggi, caratteristiche e le modalità di impiego della presente invenzione risulteranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di alcune forme di realizzazione, presentate a scopo esemplificativo e non limitativo. Verrà fatto riferimento alle figure dei disegni allegati, in cui:

- la Figura 1 mostra una schematica rappresentazione di una configurazione di un impianto che incorpora una prima forma di realizzazione preferita

dell'apparato di riattivazione secondo la presente invenzione, riferendosi in particolare ad un impianto dotato di elettrofiltri;

- la Figura 2 mostra una variante di realizzazione rispetto alla configurazione di Figura 1, in cui è previsto un preventivo trattamento di concentrazione delle ceneri ad elevato contenuto di incombusti;
- la Figura 3 mostra una schematica rappresentazione di una configurazione di un impianto che incorpora una seconda forma di realizzazione preferita dell'apparato di riattivazione secondo la presente invenzione, riferendosi anche in questo caso ad un impianto dotato di elettrofiltri; e
- la Figura 4 mostra una ulteriore schematica rappresentazione di una configurazione di un impianto che incorpora la variante di realizzazione dell'apparato di riattivazione di Figura 2, riferendosi in particolare ad un impianto dotato di filtri a maniche.

Con riferimento inizialmente alla Figura 1, un apparato di riattivazione di ceneri leggere mirato al ricircolo di queste nella camera di combustione che le ha generate ai fini di una riduzione del tenore complessivo di incombusti di tali ceneri è complessivamente indicato con 1.

Tale apparato 1 è rappresentato e verrà descritto come integrato in un impianto di produzione di energia, ad esempio una centrale elettrica, basato sulla combustione di combustibili fossili e/o sulla co-combustione con essi di CDR o biomasse.

In modo noto, l'impianto 100 comprende la summenzionata camera di combustione, denotata con 101 e consistente ad esempio in una caldaia di tipo a polverino.

Sempre in modo noto, la caldaia 101 è connessa ad uno scambiatore aria/fumi 102 ad ambienti separati, finalizzato al raffreddamento dei secondi e recante in particolare un lato fumi 104 ed un corrispondente lato aria di raffreddamento 103.

Ancora in modo noto, lo scambiatore 102 è connesso, sul lato fumi 104, ad un

sistema di filtrazione 105 mirato alla eliminazione dal flusso dei fumi delle ceneri volatili da questi trascinati. Nel presente esempio, tale sistema di filtrazione è di tipo a precipitazione elettrostatica e presenta sette stadi di uscita, uno dei quali denotato a titolo esemplificativo con 106.

5 Parte delle ceneri leggere in uscita dagli stadi di filtrazione del dispositivo 105, ed in particolare quelle cadute sui primi tre stadi, vengono addotte, mediante una linea di trasporto ceneri 108 dell'impianto 100 anch'essa nota, ad un dispositivo di stoccaggio 107 delle ceneri leggere.

Per semplicità, le ulteriori unità (note) dell'impianto 100 – ad esempio il camino
10 di uscita dei fumi - non sono state rappresentate e non verranno ulteriormente descritte.

Sempre con riferimento alla Figura 1 e seguendo il flusso di prelievo, riattivazione e ricircolo delle ceneri leggere, l'apparato 1 della presente forma di realizzazione comprende innanzitutto mezzi di prelievo delle ceneri leggere
15 depositatesi negli ultimi quattro stadi del precipitatore elettrostatico 105. Nel presente esempio tali mezzi di prelievo prevedono quindi quattro linee di prelievo dedicate, una per ciascuno stadio e denotate con i riferimenti rispettivamente 210-240.

Il sistema della presente forma di realizzazione si configura quindi come una
20 deviazione sulla linea di trasporto principale 108 delle ceneri leggere in uscita dalla camera di combustione in corrispondenza agli stadi del precipitatore elettrostatico le cui ceneri sono tipicamente ad elevato contenuto di incombusti. Come noto, infatti, gli ultimi stadi del precipitatore presentano ceneri con questa caratteristica. Ad ogni modo, in termini generali un prelievo ed una analisi delle
25 ceneri di ciascuno stadio in fase di progettazione permettono di individuare in modo semplice e con certezza, caso per caso, quali stadi o campi del precipitatore elettrostatico mettere in collegamento con le linee di prelievo suddette.

Tornando alla descrizione del presente esempio realizzativo, le suddette linee di

prelievo dedicate 210-240 confluiscono in una linea comune 2, quest'ultima in comunicazione con mezzi di adduzione di aria di trasporto, denotati genericamente con 3. In base ad una realizzazione preferita, è possibile collegare la linea 2 alla suddetta linea di recupero principale 108 dell'impianto 100, utilizzando la forza spingente sia essa in pressione positiva ovvero in aspirazione tramite esaustore dedicato, come indicato schematicamente in Figura 1.

La linea comune 2 a sua volta confluisce in una ulteriore linea di trasporto ceneri 4 che presenta, sia a monte che a valle della confluenza della linea 2 rispetto al verso del flusso principale di ceneri estratte dal precipitatore 105, primi e secondi mezzi di regolazione e/o interdizione della portata, denotati rispettivamente con 41 e 42. In particolare, la linea di trasporto 4 è connessa in corrispondenza di una prima estremità adiacente ai primi mezzi di regolazione e/o interdizione 41 con la linea principale di trasporto 108 delle ceneri leggere dell'impianto 100 che sfocia nel dispositivo di stoccaggio 107. L'altra estremità della linea 4, a valle della confluenza della linea 2 e dei secondi mezzi di regolazione e/o interdizione 42, è invece connessa all'ingresso di un dispositivo di separazione ceneri 5, ad esempio di tipo a ciclone, atto a separare la corrente d'aria di trasporto dalle ceneri e ad addurre detta aria, tramite una linea di uscita 6 preferibilmente anch'essa dotata di mezzi di regolazione e/o interdizione 61, alla linea principale di trasporto 108 dell'impianto 100.

Il dispositivo 5 presenta poi naturalmente una ulteriore uscita che adduce le rimanenti ceneri, mediante una ulteriore linea 7 ed eventualmente tramite interposizione di un sistema 71 di dosaggio/alimentazione, ad esempio una rotocella, ad un dispositivo di riattivazione di tipo a letto fluido o fisso complessivamente denotato con 8. Vantaggiosamente, l'alimentazione delle ceneri al dispositivo 8 può avvenire in continuo.

Nella presente forma di realizzazione, il dispositivo di riattivazione 8 comprende un nastro trasportatore 81 sul quale si realizza detto letto fluido o fisso e che

preferibilmente reca una pluralità di asole passanti. Il nastro 81 è racchiuso in un involucro 83 recante una pluralità di aperture laterali 82, connesse a mezzi di adduzione di aria calda di riattivazione 9 di cui si dirà a breve, ed una o più aperture 84 sulla parte superiore, connesse a mezzi di estrazione dell'aria di riattivazione 18 di cui si dirà più avanti.

Il nastro 81 può essere realizzato in conformità agli insegnamenti di EP 0 252 967 o di EP 0 931 981, anche questi qui incorporati mediante questo riferimento.

Il dispositivo 8 è associato ai suddetti mezzi di adduzione di aria calda di riattivazione, complessivamente denotati con 9 e presentanti una pluralità di linee di adduzione di tale aria calda, disposte inferiormente al nastro 81 e ciascuna corrispondente ad una apertura laterale 82 del relativo involucro 83. Nel presente esempio tali linee sono sei, sono denotate con i riferimenti numerici rispettivamente 11-16 e preferibilmente recano ciascuna rispettivi mezzi di interdizione e/o regolazione della portata (uno dei quali denotato a titolo esemplificativo con 121).

Preferibilmente, l'aria addotta dai mezzi 9 è a temperatura compresa in un intervallo 300-500 °C circa.

Tale aria può essere prelevata dall'ambiente esterno ed essere portata alla temperatura desiderata in un apposito scambiatore, nel presente esempio non illustrato, e poi inviata al dispositivo 8 eventualmente a mezzo di un ventilatore denotato con 10. Preferibilmente, ove possibile l'aria calda occorrente in ingresso al dispositivo 8 viene prelevata dalla linea dell'aria di combustione preriscaldata in uscita dallo scambiatore aria/fumi 102.

La disposizione complessiva è tale che l'aria calda addotta dalle linee 11-16 attraversa trasversalmente lo strato di cenere giacente sul nastro 81 passando tramite le asole dedicate di quest'ultimo e realizzando così un letto fisso o fluido a seconda della velocità di attraversamento dello strato di cenere.

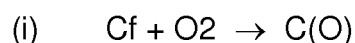
L'apparato 1 e/o il dispositivo 8 preferibilmente incorporano un sistema di

controllo del tempo di permanenza delle ceneri sul nastro 81. Alternativamente, tale tempo di permanenza è determinato a priori dalla specifica predisposizione delle parti.

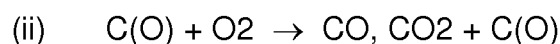
* * *

- 5 Per quanto attiene ai principi generali di funzionamento del dispositivo di riattivazione 8, va notato quanto segue.

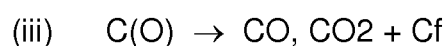
La tecnologia alla base dell'invenzione è lo sviluppo della combustione attraverso una sequenza di stadi elementari. Nella formulazione più semplice di uno schema cinetico semi-dettagliato della combustione del carbonio, si devono prendere in considerazione i processi elementari relativi alle seguenti reazioni:



(reazione di formazione di complessi superficiali ossidati del carbonio per effetto dell'adsorbimento chimico dell'ossigeno atmosferico),



15 (reazione di scambio su complessi superficiali ossidati), e



(reazione di desorbimento degli ossidi superficiali con formazione di CO e CO₂).

Il processo di desorbimento dei complessi superficiali ossidati di cui alla reazione (iii) è lento a temperature moderate, per divenire estremamente veloce a temperature elevate, proprie dei sistemi di combustione a carbone.

Il trattamento di riattivazione che si svolge nel dispositivo 8 promuove il chemisorbimento dell'ossigeno disponibile nella corrente gassosa da parte del carbonio incombusto, secondo la reazione (i). Tale chemisorbimento, una volta ottenuto, rimane stabile. In tal modo il carbonio incombusto, qualora dovesse ritrovarsi alle condizioni di temperatura tipiche della camera di combustione, brucerebbe con la stessa reattività iniziale, secondo le reazioni (ii) e (iii), per ultimare il processo di ossidazione del carbonio così attivato.

Pertanto, il concetto alla base dell'invenzione è quello di operare una pre-ossidazione della frazione di ceneri volatili a più elevato contenuto di incombusti, prima della re-immissione in camera di combustione, con la finalità di re-immettere in quest'ultima ceneri contenenti carbonio già largamente
5 ossidato. La pre-ossidazione può avvenire efficacemente con cinetiche relativamente veloci già a temperature dell'ordine dei 300-500°C in un'apparecchiatura dedicata come appunto il dispositivo 8. La re-immissione in caldaia di ceneri così pre-condizionate rende molto più spedita la cinetica di conversione del carbonio in cenere dal momento che si parte da un *char* più
10 largamente pre-ossidato.

Operando in tal modo si supera quindi la difficoltà di far avvenire in caldaia il processo di formazione di complessi superficiali ossidati del carbonio, difficoltà legata al fatto che i tempi di residenza a disposizione delle ceneri nell'attraversamento della regione di fiamma sono limitatissimi.

15

* * *

Tornando alla descrizione dell'esempio di realizzazione specifico qui considerato, sarà apprezzato che la posizione degli ingressi di aria calda sull'involucro 83 ed il delta di pressione realizzato fra la zona inferiore e superiore al nastro di trasporto 81 permettono il passaggio dell'aria attraverso il
20 nastro stesso e lo strato di cenere, migliorando il contatto aria/cenere ed aumentando l'efficienza di chemisorbimento dell'ossigeno.

Al dispositivo 8 è anche associato un sistema di estrazione dell'aria di riattivazione che ha attraversato lo strato di cenere sul nastro di trasporto 81. Tale dispositivo di estrazione, complessivamente denotato con 18, può essere
25 a sua volta associato a mezzi di aspirazione 201 previsti su una linea di aspirazione aria 20. Fra i mezzi 18 e la linea 20 può essere interposto un dispositivo di depolverazione 19, eventualmente connesso, per lo smaltimento delle ceneri separate dal flusso d'aria, alla suddetta linea 7 in ingresso al dispositivo 8.

Anche su ciascuna delle ultime linee qui introdotte, e in particolare la linea 20 e le tratte interposte fra il dispositivo 18 ed il depolveratore 19 e fra questo e la linea 7, possono essere previsti corrispondenti mezzi di interdizione e/o regolazione della portata.

- 5 Dalla linea di aspirazione 20, l'aria estratta può essere addotta al condotto fumi dell'impianto 100 per l'espulsione attraverso il camino, oppure addotta direttamente in atmosfera oppure ancora inviata nella cassa d'aria dell'impianto 100 per l'immissione nella camera di combustione 101.

- 10 Il dispositivo di riattivazione 8 presenta un punto di scarico principale 85, preferibilmente con tramoggia e disposta in corrispondenza della estremità del nastro 81 a valle del flusso di ceneri, la quale confluisce su di una linea di uscita 21.

- 15 La linea 21 può presentare mezzi di interdizione e/o regolazione della portata, ad esempio una rotocella 23 eventualmente raffreddata ad acqua per migliorarne le prestazioni. Infine, la linea di uscita 21 confluisce su una linea di trasporto finale 24 che adduce le ceneri riattivate alla camera di combustione 101, preferibilmente a livello del piano bruciatori intermedio e tipicamente mediante un trasporto pneumatico. Naturalmente, anche quest'ultima linea 24 può recare rispettivi mezzi di interdizione e/o regolazione della relativa portata.

- 20 La suddetta scelta del punto di immissione delle ceneri riattivate in camera di combustione è dettata dalla necessità di consentire un congruo tempo di permanenza in quest'ultima che consenta di completare l'ossidazione degli incombusti pretrattati, prima del trascinamento operato dai fumi di combustione per le particelle più leggere e prima di cadere per gravità al fondo di caldaia per
25 quelle particelle che sfuggono al trascinamento dei fumi di combustione.

La forma di realizzazione della Figura 3 differisce da quella appena descritta per la diversa costruzione del dispositivo di riattivazione, qui denotato con 80. Tale dispositivo 80 comprende un serbatoio-polmone che realizza il suddetto letto fluido o fisso di ceneri tramite la corrente d'aria di riattivazione. Il

dispositivo 80 tipicamente opera in discontinuo. Al dispositivo 80 sono associati mezzi di adduzione di aria calda di riattivazione 9 ed eventuali mezzi che realizzano la necessaria forza spingente, ad esempio ventilatori prementi 10, per l'ingresso di tale aria, del tutto analoghi a quelli già illustrati.

5 Il dispositivo 80 prevede una uscita aria superiore in comunicazione con un eventuale dispositivo depolveratore 19, secondo modalità sostanzialmente analoghe a quelle già descritte con riferimento alla prima forma di realizzazione. Il dispositivo 80 prevede inoltre una uscita ceneri inferiore su una linea di uscita 211 analoga alla linea 21 già descritta.

10 La forma di realizzazione di Figura 2 differisce invece da quella di Figura 1 per la presenza di un dispositivo classificatore/separatore 25 interposto fra il dispositivo 5 già introdotto e l'ingresso al dispositivo di riattivazione 8 ed a valle del quale confluisce l'uscita polveri del dispositivo depolveratore 19 già introdotto.

15 Il dispositivo separatore 25 è associato ad un linea di uscita ceneri a basso tenore di incombusti 26, eventualmente dotata di mezzi di regolazione/interdizione della relativa portata e preferibilmente collegata con la linea di trasporto principale 108 dell'impianto 100.

La presenza del dispositivo separatore 25 è particolarmente importante anche
20 quando l'impianto principale 100 presenta un sistema di filtrazione di tipo meccanico, ad esempio un filtro a maniche, anziché un precipitatore elettrostatico.

Infatti, come già ricordato sopra, è noto che nei precipitatori elettrostatici può
già determinarsi una selezione delle ceneri a più alto tenore di incombusti che si
25 ritrovano negli ultimi campi rispetto al senso di marcia dei fumi, essendo la resistività delle ceneri proporzionale alla percentuale di incombusti contenuta. Nei filtri dove la captazione avviene invece meccanicamente, questa separazione non si ritrova e gli incombusti risultano diluiti sulla portata totale di cenere captata. In caso di sistemi di filtrazione meccanici risulta quindi

consigliabile prevedere una fase di concentrazione della frazione di cenere più elevata di incombusti. In tal modo diminuisce la portata di cenere da riattivare in corrispondenza ad una percentuale maggiore di incombusti, consentendo di ottimizzare il dimensionamento del sistema di riattivazione e ricircolo in caldaia.

5 A tale diversa configurazione di impianto si riferisce la Figura 4, in cui tale filtro a maniche è denotato con 109. In tal caso, è prevista una adduzione di ceneri da ciascuno degli stadi di uscita del filtro a maniche 109 stesso, che nell'esempio rappresentato sono quattro e denotati con i riferimenti rispettivamente 110-113. Sempre nell'esempio rappresentato, sono quindi
10 previste quattro linee di prelievo dedicate, denotate rispettivamente con i riferimenti 30-33.

Il dispositivo 25 opera una opportuna classificazione della cenere a più elevato contenuto di incombusti, per evitare il trattamento di notevoli portate di cenere leggera. Tale dispositivo 25 può essere di tipo triboelettrico, aerulico o
15 equivalente che permette di selezionare il flusso di cenere da riattivare, separandolo da quello da inviare al silo di stoccaggio 107.

Come già accennato in precedenza, in tutte le forme di realizzazione qui considerate potrà essere previsto un sistema di regolazione e controllo, in grado di assicurare lo svolgimento in automatico delle operazioni.

20 Sarà quindi apprezzato meglio a questo punto che l'invenzione fornisce, secondo le forme di realizzazione sopra illustrate, un apparato di recupero, riattivazione e ricircolo in camera di combustione delle ceneri leggere captate dal sistema di trattamento fumi.

Sarà apprezzato che, essendo la portata d'aria di riattivazione paragonabile alla
25 portata di cenere da trattare e comunque esigua, sia la scelta di come gestire l'aria di riattivazione a valle di quest'ultima sia da dove prelevarla dipende esclusivamente da esigenze di snellezza d'impianto. Inoltre, grazie alle esigue quantità di ossigeno necessarie alla riattivazione degli incombusti, la corrente d'aria di riattivazione può anche essere viziata e con cascami termici di risulta

dal processo, il che rende l'applicazione proposta poco onerosa in termini di investimenti e costi di esercizio aggiuntivi.

Sarà anche compreso che la riattivazione delle ceneri non necessariamente avviene mediante estrazione di esse dal sistema di filtrazione dei fumi di combustione, bensì in principio in qualsiasi stadio successivo alla loro estrazione dall'ambiente di combustione e prima dell'eventuale re-introduzione in questo per il completamento della combustione, come ad esempio a valle del silo di raccolta delle ceneri leggere.

Inoltre, il trasporto delle ceneri può anche essere di tipo meccanico anziché pneumatico, ad esempio può essere previsto un trasporto meccanico delle ceneri sia in uscita dai sistemi di trattamento dei fumi e parzialmente fino alla camera di combustione.

Sarà infine compreso che l'invenzione ha anche ad oggetto un metodo di riattivazione preferibilmente implementato corrispondentemente alle modalità operative dell'apparato e dell'impianto sopra descritti e definito nelle rivendicazioni che seguono.

La presente invenzione è stata fin qui descritta con riferimento a forme preferite di realizzazione. È da intendersi che possano esistere altre forme di realizzazione che afferiscono al medesimo nucleo inventivo, come definito dall'ambito di protezione delle rivendicazioni qui di seguito riportate.

RIVENDICAZIONI

1. Apparato di riattivazione (1) rispetto alla combustione di ceneri leggere trascinate da una corrente di fumi di combustione o comunque estratte da un ambiente di combustione, le quali ceneri leggere sono del tipo prodotto ad esempio nella camera di combustione (101) di un impianto di produzione di energia (100), il quale apparato (1) comprende:

- mezzi di prelievo (21-24) di dette ceneri leggere;
- un dispositivo di riattivazione (8; 80), che realizza un letto fluido o fisso di cenere; e
- 10 - mezzi di adduzione (9, 10, 11-16) di aria calda di riattivazione attraverso detto letto di cenere,

la disposizione complessiva essendo tale da consentire, entro detto dispositivo di riattivazione (8), una reazione di formazione di complessi superficiali ossidati del carbonio contenuto nelle ceneri per effetto dell'adsorbimento chimico da parte di esso dell'ossigeno presente nell'aria di riattivazione, facilitando in tal modo un successivo completamento della combustione nell'ambiente di combustione.

2. Apparato (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detto dispositivo di riattivazione (8) comprende un nastro trasportatore (81) sul quale si crea detto letto fluido o fisso.

3. Apparato (1) secondo la rivendicazione precedente, in cui detto nastro trasportatore (81) presenta una pluralità di asole atte a favorire il passaggio dell'aria di riattivazione addotta da detti mezzi di adduzione (9, 10, 11-16) attraverso il letto di cenere giacente su di esso.

25 4. Apparato (1) secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui detto nastro trasportatore (81) presenta un involucro (83).

5. Apparato (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detto dispositivo di riattivazione (80) comprende un serbatoio-polmone nel quale si forma detto

letto fluido o fisso.

6. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente mezzi di interdizione e/o regolazione della portata di cenere in ingresso a detto dispositivo di riattivazione (8; 80).

5 **7.** Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti mezzi di adduzione di aria calda di riattivazione (9, 10, 11-16) comprendono una pluralità di linee di adduzione (11-16) di aria di riattivazione.

8. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti mezzi di adduzione di aria calda di riattivazione (9, 10, 11-16)
10 comprendono mezzi di riscaldamento in linea dell'aria ad una temperatura predeterminata, preferibilmente compresa in un intervallo 300-500 °C circa.

9. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente mezzi di connessione di detti mezzi di adduzione di aria di riattivazione (9, 11-16) con uno scambiatore aria/fumi (102) dell'impianto
15 principale di produzione di energia (100) per il prelievo di aria di combustione a valle di tale scambiatore (102).

10. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti mezzi di prelievo (210-240, 2, 4) delle ceneri leggere sono connessi o connettabili ad un sistema di filtrazione (105) dell'impianto di produzione di
20 energia (100).

11. Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre mezzi di separazione (25) della frazione di ceneri a più elevato tenore di incombusti, disposti a monte di detto dispositivo di riattivazione (8; 80).

25 **12.** Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente un sistema di trasporto ad aria (2, 4) delle ceneri leggere da riattivare verso detto dispositivo di riattivazione (8; 80).

13. Apparato (1) secondo la rivendicazione precedente, comprendente mezzi di depolverazione dell'aria di trasporto (5) e mezzi di ri-adduzione (6) dell'aria di

trasporto depolverata ad un sistema di trasporto (108) dell'impianto principale (100).

5 **14.** Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente mezzi di adduzione (21, 24; 211) delle ceneri riattivate in uscita da detto dispositivo di riattivazione (8; 80) alla camera di combustione (101) dell'impianto di produzione di energia (100).

15. Impianto di produzione di energia (100), ad esempio una centrale elettrica o parte di essa, comprendente un apparato di riattivazione (1) di ceneri leggere secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

10 **16.** Impianto (100) secondo la rivendicazione precedente, comprendente un sistema di filtrazione (105; 109) connesso a detti mezzi di prelievo (210-240, 4; 30-33) delle ceneri leggere di detto apparato di riattivazione (1).

15 **17.** Impianto (100) secondo la rivendicazione precedente, in cui detto sistema di filtrazione (105) è di tipo elettrostatico, preferibilmente di tipo a precipitazione elettrostatica.

18. Impianto (100) secondo la rivendicazione 16, in cui detto sistema di filtrazione (109) è di tipo meccanico, preferibilmente di tipo a filtro a maniche.

20 **19.** Impianto (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 16 a 18, comprendente uno scambiatore aria/fumi (102) connesso a detti mezzi di adduzione di aria di riattivazione (9, 11-16) di detto apparato di riattivazione (1).

20. Impianto (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 16 a 19, comprendente una camera di combustione (101) connessa a mezzi di adduzione (21, 24) delle ceneri riattivate in uscita da detto dispositivo di riattivazione (8; 80).

25 **21.** Impianto (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 16 a 20, comprendente mezzi di adduzione (21, 24) delle ceneri riattivate in uscita da detto dispositivo di riattivazione (8; 80) al piano bruciatori intermedio della camera di combustione (101).

22. Metodo di riattivazione rispetto alla combustione di ceneri leggere

trascinate da una corrente di fumi di combustione o comunque estratte da un ambiente di combustione, le quali ceneri leggere sono del tipo prodotto ad esempio nella camera di combustione (101) di un impianto di produzione di energia (100), il quale metodo prevede la disposizione di dette ceneri in forma di letto fluido o fisso e l'adduzione attraverso quest'ultimo di aria calda di riattivazione, in modo tale da consentire una reazione di formazione di complessi superficiali ossidati del carbonio contenuto nelle ceneri per effetto dell'adsorbimento chimico da parte di esso dell'ossigeno presente nell'aria di riattivazione, facilitando in tal modo un successivo completamento della combustione nell'ambiente di combustione.

23. Metodo secondo la rivendicazione 22, che prevede la possibilità di interdizione e/o regolazione della portata di ceneri che formano detto letto fluido o fisso.

24. Metodo secondo la rivendicazione 22 o 23, che prevede un riscaldamento dell'aria di riattivazione ad una temperatura predeterminata, preferibilmente compresa in un intervallo 300-500 °C circa.

25. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 24, che prevede il prelievo di detta aria di riattivazione a valle dello scambiatore aria/fumi (102) dell'impianto principale di produzione di energia (100).

26. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 25, in cui le ceneri da riattivare vengono prelevate da un sistema di filtrazione (105) dell'impianto di produzione di energia (100).

27. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 26, che prevede, a monte della fase di riattivazione vera e propria, uno stadio di separazione della frazione di ceneri a più elevato tenore di incombusti.

28. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 28, che prevede un trasporto ad aria delle ceneri leggere da riattivare.

29. Metodo secondo la rivendicazione precedente, che prevede uno stadio di depolverazione dell'aria di trasporto ed una ri-adduzione dell'aria depolverata

all'impianto principale di produzione di energia (100, 107).

30. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 29, che prevede l'utilizzo di un sistema di trasporto ad aria preesistente (108) nell'impianto (100) per la raccolta ed il trasporto delle ceneri.

5 **31.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 30, che prevede un trasporto meccanico delle ceneri leggere da riattivare.

32. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 31, che prevede una adduzione delle ceneri riattivate alla camera di combustione (101) dell'impianto di produzione di energia (100).

10 **33.** Metodo secondo la rivendicazione precedente, in cui le ceneri riattivate vengono addotte al piano bruciatori intermedio della camera di combustione (101).

34. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 22 a 33, che prevede l'impiego di un apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da
15 1 a 14 e/o di un impianto secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 15 a 21.

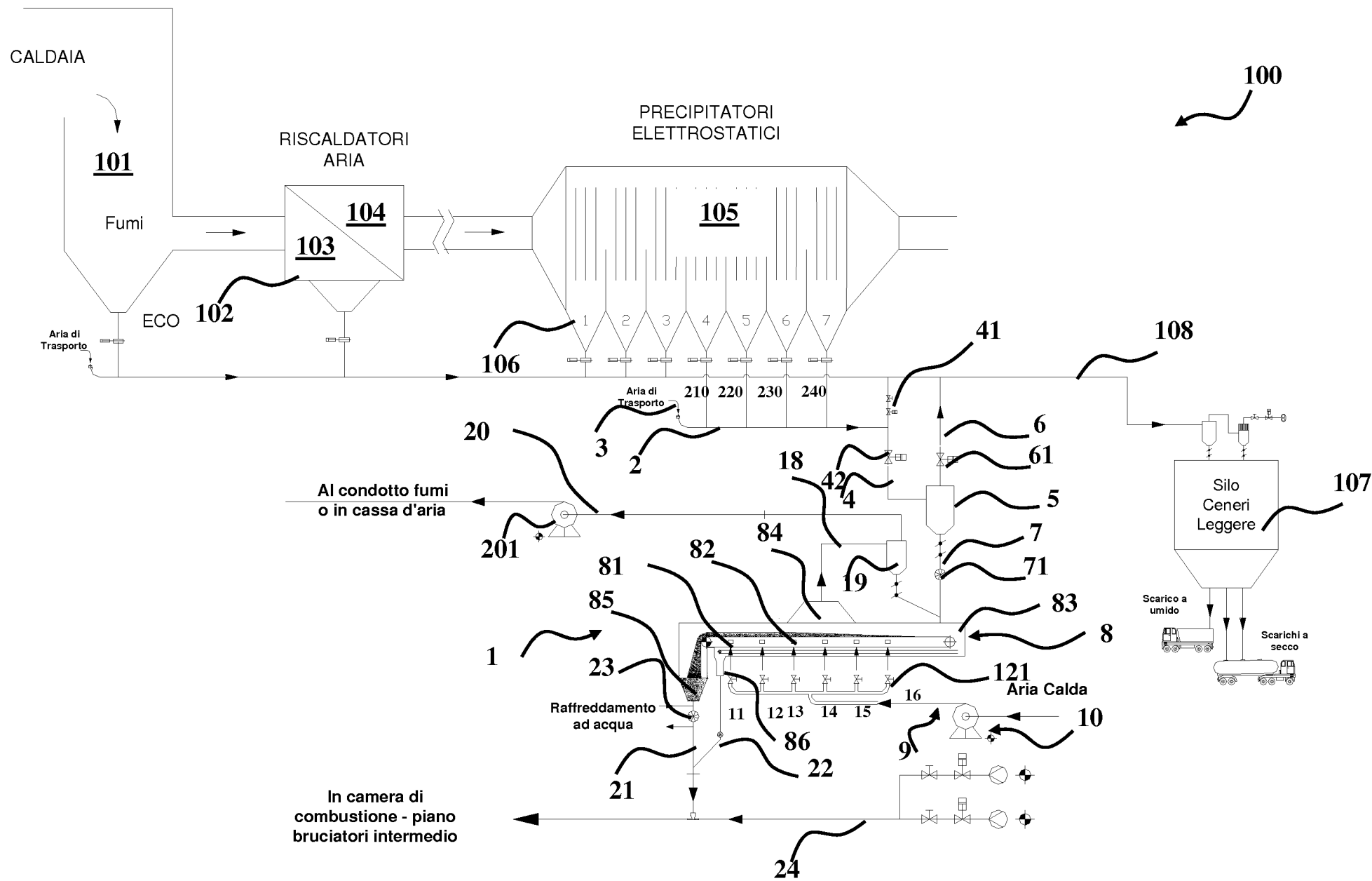


FIG. 1

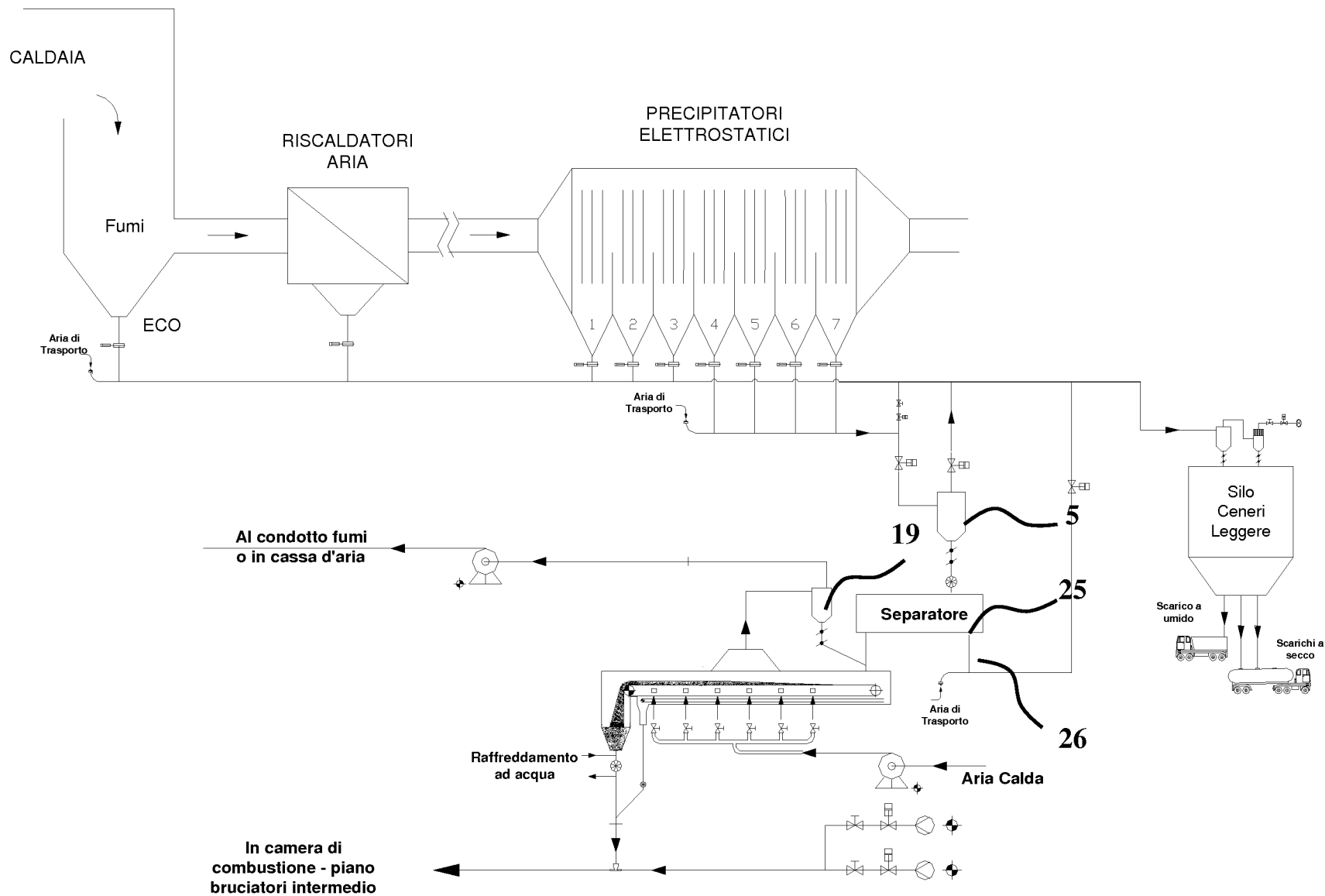


FIG. 2

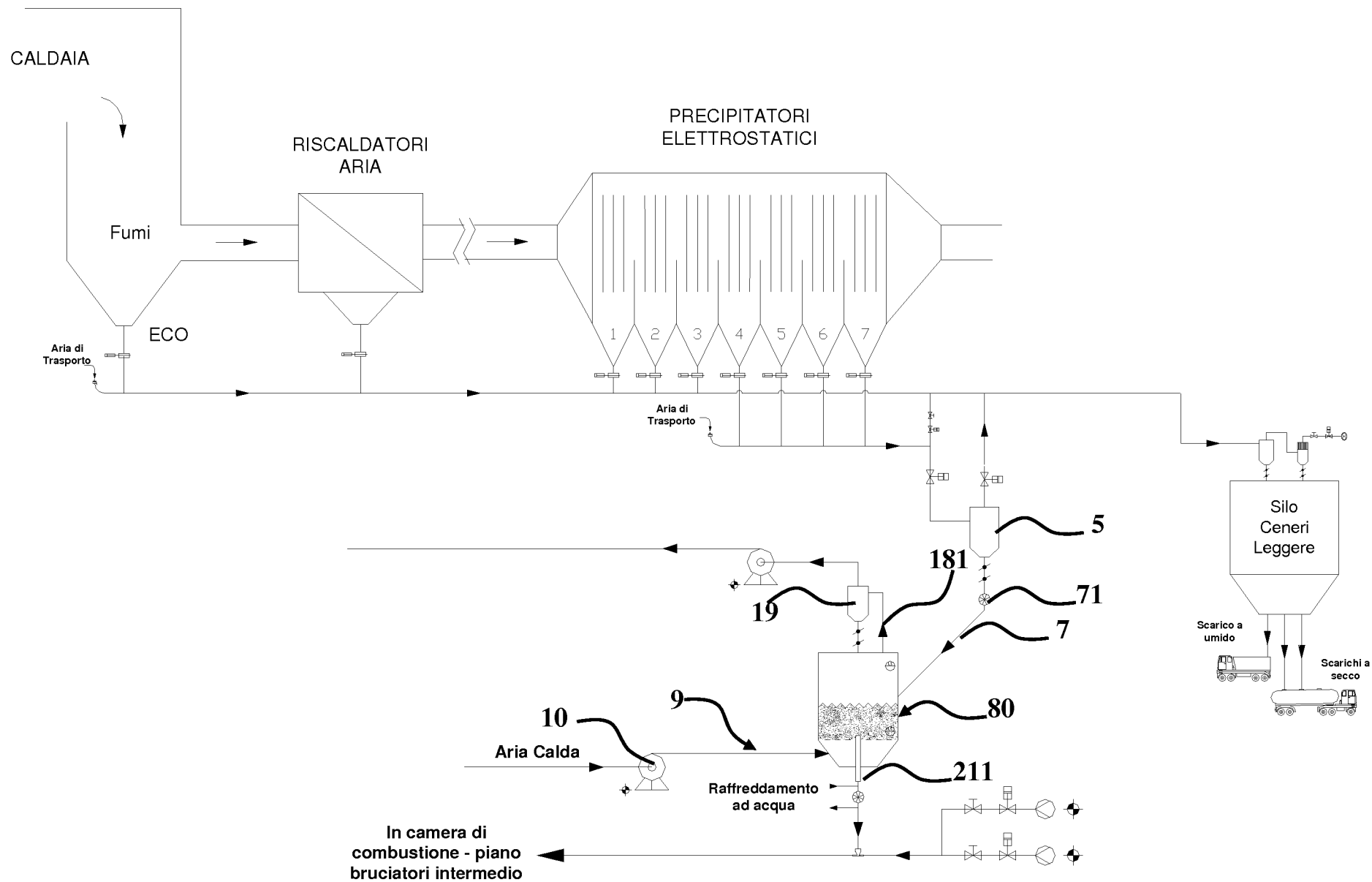


FIG. 3

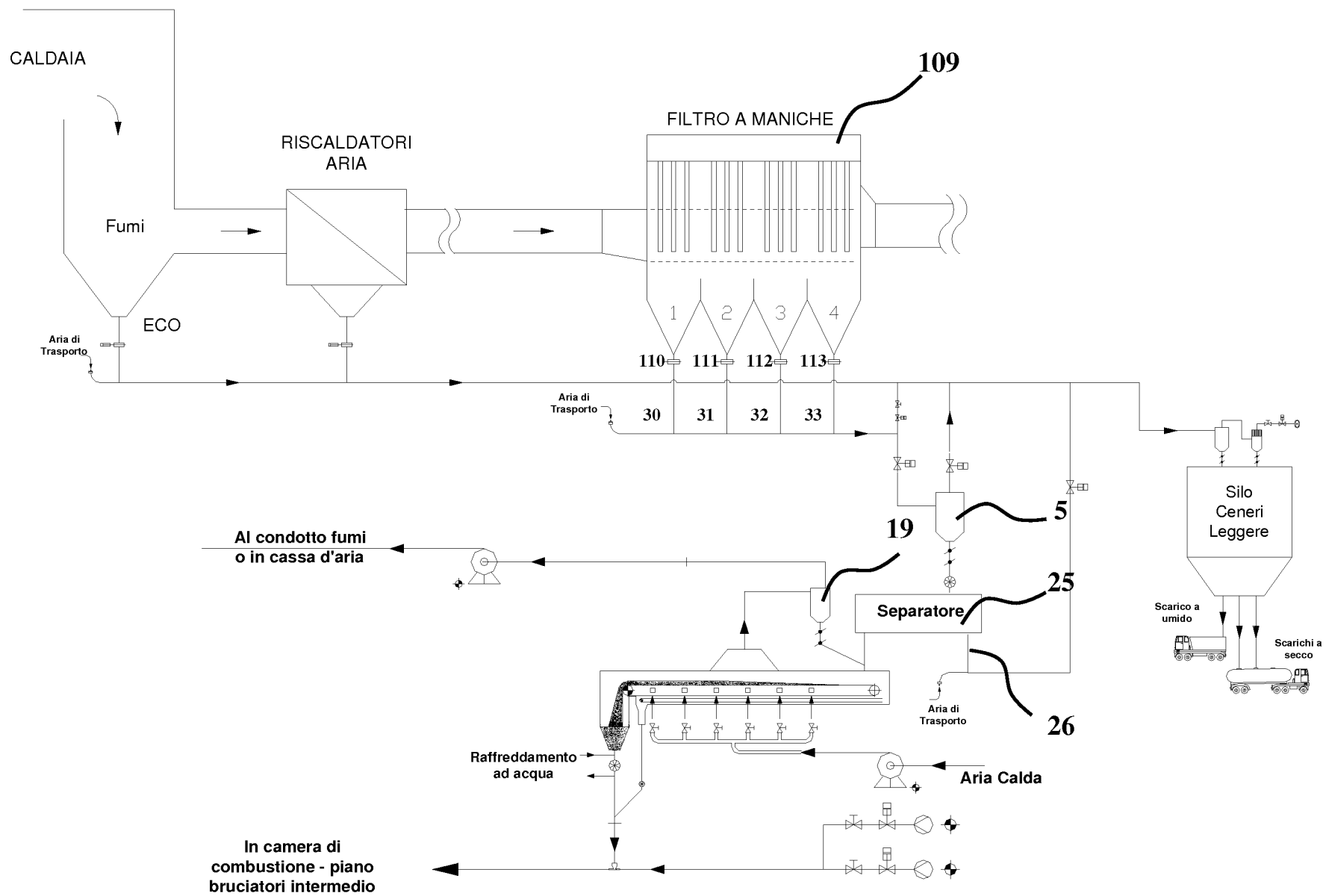


FIG. 4

5

10