



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

DOMANDA NUMERO	101999900770714
Data Deposito	30/06/1999
Data Pubblicazione	30/12/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	09	B		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	10	J		

Titolo

PROCEDIMENTO PER LO SMALTIMENTO, MEDIANTE PIROLISI CON UN REATTORE INNOVATIVO, DI PNEUMATICI INTERI FUORI USO CON RECUPERO DI NEROFUMO COMMERCIBILE ED ALTRI PRODOTTI E APPARECCHIATURA RELATIVA

LE-SS-A-000010

PROCEDIMENTO PER LO SMALTIMENTO, MEDIANTE PIROLISI
CON UN REATTORE INNOVATIVO, DI PNEUMATICI INTERI
FUORI USO CON RECUPERO DI NEROFUMO COMMERCIBILE
ED ALTRI PRODOTTI E APPARECCHIATURA RELATIVA

Detentore: ECO.RE.P. Ecologica Recupero Prodotti di Scarto S.r.l.

Sede: Via F. Milizia, n°64 - 73100 LECCE

Riassunto

Procedimento per lo smaltimento di pneumatici interi fuori uso per il trasporto pesante, medio e degli autoveicoli, consistente nel sottoporre a pirolisi in assenza di aria la gomma presente in detti compositi gomma-acciaio, utilizzando parte dei prodotti gassosi combustibili di pirolisi per generare il calore necessario per il processo ed ottenendo nerofumo di recupero, olio di pirolisi e carcasse di acciaio industrialmente utilizzabili. Apparecchiatura per realizzare il detto procedimento di smaltimento e per valorizzare il nerofumo secco ottenuto a prodotto di recupero commerciale utilizzabile nella vulcanizzazione della gomma.

Descrizione

Oggetto della presente invenzione è un procedimento per lo smaltimento dei pneumatici interi, dismessi da autocarri, autoarticolati (TIR), autobus, automezzi del trasporto leggero e autovetture, mediante decomposizione termica o pirolisi, in assenza di aria, sfruttando il contenuto energetico del gas di pirolisi e ottenendo da detto rifiuto speciale: nerofumo, olio di pirolisi e carcasse ferrose. I prodotti ottenuti col processo termochimico suddetto quando escono



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGENTE
(Dr. Francesco Diardo)

ECO RE P. S. R.
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
/ (Ing. Ubaldo MASELLI)

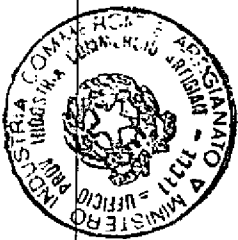
[Handwritten signature]

CE-SS-A-000010

dall'impianto sono immediatamente commerciabili. Anche oggetto della presente invenzione sono il reattore di pirolisi, integrato con l'insieme dell'apparecchiatura, che permette di realizzare la distruzione dei pneumatici interi, ed i dispositivi per la valorizzazione del nerofumo di recupero che viene denominato RCB (Recovered Carbon Black). L'ottenimento di olio di pirolisi BTZ e rottame di acciaio di buona qualità, completano il recupero di tutti i componenti dei pneumatici.

La gomma dei pneumatici è costituita, come è noto, da una miscela di elastomeri artificiali e naturali, dal 2-2,5 % di zolfo, che serve per la vulcanizzazione, da nerofumo in quantità variabile nell'intorno del 30%, che serve come rinforzante e da diversi tipi di cariche: silice, ossido di zinco, biossido di titanio, stearati metallici, antiossidanti, antiUV etc; che hanno la funzione di esaltare le proprietà della gomma, di proteggerla dall'ossidazione, dall'invecchiamento, dall'attacco di agenti chimici e degli oli ed altre. Alcuni di essi in particolare hanno proprietà più importanti come ad esempio la silice che serve a disperdere meglio il calore prodotto dalla roto-flessione del pneumatico, durante la marcia dell'automezzo, mentre nei pneumatici per autovettura è contenuto in quantità intorno al 2% per questo pregio tecnologico, la silice, può salire in quelli per il trasporto pesante anche al 6-7%.

E' noto che per lo smaltimento dei pneumatici di grosse dimensioni, rappresentati in gran parte da quelli per il trasporto pesante con:



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Legge
IL DIRETTORE RAPPRESENTANTE
(Dr. Francesco Giardo)

ECO RE P. s.r.l.
PRESIDENTE CONS. D'AMMIN.
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ubaldo Maselli

LR-SS-A-000010

misure 315/80 R 22.5 e 295/80 R 22.5 che sono i più utilizzati, la triturazione costituisce un problema quasi insormontabile.

Considerando anche che ormai si stanno sostituendo i pneumatici gemellati degli assi posteriori degli autoarticolati con un unico pneumatico, più largo e robusto detto supersingolo, dalle misure 385/65 R 22.5 e che in altri paesi comunitari già si impiegano il supersingoli anche sull'asse anteriore della motrice, risulta ancora più evidente che il problema della macinazione non è al momento risolvibile. Infatti non sono disponibili attualmente macchine per la triturazione industriale dei pneumatici con costi di manutenzione degli utensili accettabili e consumi di energia elettrica adeguati.

Si deve considerare inoltre che, in conseguenza delle disposizioni del D.M. Ambiente del 05/02/1998, "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli artt. 31 e 33 del D.L. 5 Feb. 1997, n. 22", è fatto obbligo di rispettare i limiti degli inquinanti nei fumi scaricati nell'atmosfera per effetto della distruzione con processi termici (combustione e pirolisi) dei rifiuti speciali (RS) assimilati agli urbani (RSU) previsti al punto 17 del Supplemento ordinario della G.U. del 16.04.1998. Risulta quindi molto difficile tecnologicamente ed anche economicamente ricorrere alla combustione della gomma dei pneumatici; perchè rientrare nei limiti di concentrazioni per le polveri, dato che la gomma vulcanizzata dei pneumatici contiene quantità sensibili di silice, ossido di zinco, biossido di titanio etc. Inoltre a causa della imperfetta combustione



Ufficio Prov. Inf. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE 3
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(f. Ubaldo MASELLI)

ing. Ubaldo Maselli

CB-SS-A-000010

risultano presenti nei fumi particelle malcombuste di nerofumo e idrocarburi incombusti (HC). Quanto detto è conseguenza anche delle condizioni chimico-fisiche del processo di combustione, che produce grandi volumi di fumi dato che la combustione della gomma richiede quantità di aria che sono circa 15 volte quelle della massa della gomma stessa.

Stato dell'arte della pirolisi dei pneumatici.

Il trovato che viene rivendicato può presentare delle somiglianze con alcuni brevetti che riguardano la pirolisi dei pneumatici fuori uso interi reperiti nel corso della ricerca nelle banche dati degli USA, dell'Europa e del Giappone. Per completezza si riporta una breve descrizione di quelli che sembrano essere più vicini, con l'avvertenza che sono stati esclusi, per le motivazioni già dette, i brevetti che trattano procedimenti di pirolisi dei rifiuti e ritagli di gomma (waste rubber, scrap rubber) selezionata dai rifiuti o ottenuta da pneumatici di piccola taglia frantumati o i brevetti che descrivono la combustione dei pneumatici interi, anche con pirolisi come stadio della combustione, che peraltro sono numerosi:

- U.S. Pat. No. 3,722,403, rilasciato nel 1989, inventore Fred Apfel, esso descrive un procedimento per ottenere nerofumo, olio e gas combustibile da pneumatici interi dismessi da auto e autocarri. I pneumatici vengono introdotti mediante una saracinesca in una camera di reazione dove vengono sottoposti a pirolisi, con questo tipo di chiusura non si può escludere che una quantità di vapori pari



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMMIN. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

ing. Ubaldo Maselli

CE-SS-A-0000 10

al volume di un pneumatico fuoriesca dal forno e che un uguale volume di aria entri. Il char o residuo carbonioso prodotto può essere trasformato con un laborioso procedimento di pirolisi mediante microonde in nerofumo. Il trattamento proposto eleva la temperatura del char e volatilizza gli idrocarburi assorbiti. Il nerofumo ottenuto sembra essere di buona qualità e possiede interessanti proprietà meccaniche e dinamiche di cui si danno le caratteristiche più importanti.

- U.S. Pat. No. 5,167,772 rilasciato nel 1992, inventore S. Parker, descrive un procedimento per pirolizzare pneumatici interi da cui si ottiene una frazione solida, char, prodotti oleosi e gassosi, fili di acciaio e fibre di vetro. L'alimentazione dei pneumatici nella camera di reazione è ottenuta con una sorta di pressa per avere una buona tenuta ai vapori di pirolisi e all'aria; lo scarico dei solidi viene fatto mediante una colonna di tenuta nella quale sono presenti char, fili di acciaio e fibre di vetro, la tenuta di questo sistema di scarico è risultata buona. Non vengono riportati dati chimico-fisici del char né altre caratteristiche. Si danno invece dettagliate descrizioni del funzionamento dei sistemi di carico e scarico nella camera di pirolisi e del controllo del processo di pirolisi. Questa apparecchiatura viene proposta anche per la eliminazione di rifiuti ospedalieri.

La gomma vulcanizzata che non può essere devulcanizzata per recuperare gli elastomeri di partenza, se non molto parzialmente, può invece essere decomposta termicamente ricorrendo a processi di



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMMIN. E
(Ing. Ubaldo MASELLI)

CE-SS-A-000010

dissociazione termica ad alta temperatura per recuperare il nerofumo che è stato messo nelle mescole della gomma da vulcanizzare e i prodotti del cracking termico della gomma come il gas e l'olio di pirolisi; in conseguenza della distruzione della gomma si recuperano anche le carcasse di acciaio, formate dalle tele e dalle corde di acciaio ed anche fibre vetro.

Lo speciale reattore di pirolisi proposto invece nel presente trovato permette di trattare termicamente pneumatici interi di grande, media e piccola taglia (per autovetture) con l'accorgimento di provvedere ad alimentare i detti per lotti con dimensioni abbastanza uniformi

Il nerofumo che si ottiene con il procedimento rivendicato ovviamente contiene anche le sostanze inorganiche che costituiscono le cariche utili della gomma, queste sostanze essendo già presenti non devono essere aggiunte, ma solamente integrate quando il nerofumo recuperato viene riutilizzato nelle nuove mescole di gomma da vulcanizzare. Il nerofumo di recupero appena ottenuto viene sottoposto ad un procedimento di "upgrading", che è un insieme di trattamenti fisici e chimici con l'ausilio di sostanze che permettono di riportare il nerofumo recuperato praticamente alle caratteristiche originali; in seguito verranno riportate le caratteristiche meccaniche e dinamiche di mescole di elastomeri ottenute con RCB di confronto a quelle possedute dai nerofumi (CB: carbon black) commerciali più impiegati nella gomma di ottima qualità.

Il gas di pirolisi è composto da idrogeno, proveniente dal cracking



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE/REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s.r.l.
PRESIDENTE CONS. D'AMMIN. (Ing. Ubaldo MASELLI)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ubaldo Maselli".

UR-98-A-000010

degli elastomeri con conseguente insaturazione dei prodotti idrocarburici risultanti, da metano, da etilene ed etano, propilene e propano e da idrocarburi a 4, 5, etc atomi di carbonio, saturi ed insaturi e da vapori di altri idrocarburi a più alto peso molecolare in buona parte a composizione aromatica. Sono presenti inoltre nel gas anche ossido di carbonio, anidride carbonica, acqua e azoto, gas che serve per inertizzare l'impianto ed altre sostanze inorganiche.

L'olio di pirolisi è la frazione liquida che si raccoglie dopo il raffreddamento e la condensazione degli idrocarburi con più alto peso molecolare, che quindi hanno una più alto punto di ebollizione. E' stato notato che le quantità e la composizione del gas e dell'olio sono legate reciprocamente da due fattori fondamentali: la temperatura di pirolisi, infatti ad un suo aumento corrisponde una maggior produzione di idrogeno ed idrocarburi insaturi e saturi a più basso peso molecolare (da C1 a C5 in particolare); e la temperatura di condensazione perchè ad una diminuzione corrisponde la condensazione di un maggior quantità di idrocarburi a medio peso molecolare e quindi una minor quantità di gas di pirolisi.

Le tele tessili che rinforzano il pneumatico, sono composte per lo più da fibre di nylon, rayon e vetro ed oggi con sempre maggior frequenza anche da fibre di kevlar ed aramidiche, queste fibre vengono decomposte dalla pirolisi e trasformate in composti organici gassosi e liquidi, con eccezione delle fibre di vetro che ad alte temperature rammolliscono.



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. S. I.
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ing. Ubaldo Maselli

UE-SS-A-0000 10

Scopo quindi della presente invenzione industriale è quello di realizzare un procedimento per lo smaltimento dei pneumatici di grande taglia interi fuori uso, senza dover ricorrere allo spezzamento ed alla triturazione di questi compositi gomma-acciaio che si configura, allo stato attuale della tecnica di macinazione estremamente difficile e costoso. Lo scopo in collegamento allo smaltimento è quello di realizzare il recupero di nerofumo utilizzabile come rinforzante nella vulcanizzazione di nuova gomma da impiegare in quasi tutti i campi dell'impiego di questo tipo di elastomero; recuperando con questo procedimento esclusivo non solo la materia che è servita a produrre il nerofumo ma anche l'energia impiegata, è noto infatti che per la sua produzione occorrono due TPE per tonnellata di nerofumo. Lo RCB ovviamente non può essere reimpiegato nella produzione di mescole per pneumatici poichè il prodotto ottenuto è una miscela di diversi tipi di nerofumo mentre oggi si privilegia per la produzione dei pneumatici l'uso di tipi di nerofumo specializzati per realizzare le diverse parti dello stesso.

Ulteriore scopo del presente trovato è quello di mettere a disposizione una apparecchiatura in grado di realizzare un procedimento per lo smaltimento di rifiuti speciali composti di gomma e una carcassa di acciaio con sfruttamento del loro contenuto energetico contemporanea mente alla produzione di prodotti pregiati industrialmente utilizzabili.

Questi scopi e relativi vantaggi ed altri ancora, che potranno essere



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. ME
(Ing. Ubaldo MASELLI)
[Signature]

CR-SS-A-000010

evidenziati dalla descrizione che segue, vengono conseguiti con un sistema processo-impianto integrato che utilizza i gas di pirolisi per la produzione del calore necessario alla esecuzione del processo di pirolisi e con la valorizzazione chimico-fisica (upgrading) del principale prodotto di recupero: il nerofumo.

In dettaglio detto procedimento di piroschissione mediante pirolisi comprende le seguenti fasi:

- Pulizia della superficie dei pneumatici con sistemi di tipo noto e introduzione degli stessi nell'apparecchio preriscaldatore per portarlo alla temperatura prevista dal processo per l'introduzione nel reattore di pirolisi;

- Decomposizione termica mediante riscaldamento dei pneumatici in assenza di aria e in atmosfera riducente, ad una temperatura compresa tra 350 e 800°C per tempi variabili in dipendenza della temperatura di pirolisi e del tipo di gomma dei pneumatici che si alimentano nel reattore;

- Raffreddamento ad una temperatura inferiore a 150°C, in atmosfera inerte, del nerofumo secco ottenuto;

- Trattamento di upgrading del nerofumo secco di recupero per ottenere nerofumo valorizzato;

- Raffreddamento, ad una temperatura inferiore a 95°C, della miscela dei prodotti di pirolisi allo stato gas-vapore mediante lavaggio con riciclo di olio di pirolisi preraffreddato e condensazione alla temperatura opportuna degli idrocarburi condensabili, con



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s.r.l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

LE-SS-A-000010

ottenimento del prodotto liquido olio di pirolisi;

- Raffreddamento ad una temperatura inferiore a 45°C di detto prodotto liquido e suo impiego per la condensazione dei vapori della pirolisi;

- Lavaggio dei gas di pirolisi non condensati con una soluzione alcalina, e successiva loro utilizzazione, in tempo reale, nel bruciatore dell'impianto termico dell'impianto;

- Impiego dei fumi della combustione nella camicia del reattore, ad una temperatura opportuna, tra 450 e 850°C, per la pirolisi dei pneumatici interi.

Secondo il procedimento della presente invenzione, la decomposizione termica porta alla liberazione della sostanza rinforzante introdotta all'origine nella miscela della gomma da vulcanizzare come nerofumo, che risulta in pratica completamente esente da sostanze oleose dato che il sistema processo-impianto adottato non permette il raffreddamento di detto nerofumo finchè non sia isolato dal contatto con l'olio di pirolisi. Gli altri prodotti di pirolisi: gas, olio e carcasse di acciaio, vengono utilizzati come già detto o stoccati in attesa della vendita. L'eventuale presenza nell'olio, di sostanze acide, formatesi durante la pirolisi, viene neutralizzata e allontanata sotto forma di soluzione concentrata di sali alcalini, mediante l'impiego di soluzione satura di bicarbonato di sodio che la stessa ditta fornitrice provvede a ritirare periodicamente. Secondo il trovato che qui è illustrato, viene vantaggiosamente sottoposta a



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Giardo)

ECO RE P. S. T. I
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ubaldo Maselli

LE-SS-A-000010

pirolisi la gomma dei pneumatici fuori uso interi. La gomma dei pneumatici come è noto viene prodotta con mescole vulcanizzate di elastomeri sintetici (come ad esempio i polimeri stirene butadiene anche modificati) e naturali, che nei pneumatici per il trasporto pesante può essere introdotta in percentuali anche elevate, la quantità di elastomero naturale è influenzata dal costo sul mercato mondiale.

Il prodotto gassoso che si ottiene con la decomposizione termica risulta essere una miscela di gas permanenti: H₂, CH₄, CO₂, CO, N₂, prevalentemente insaturi e saturi dai C₂ ai C₇ con abbondanza di etilene, etano, propilene, buteni e butadiene (quest'ultimi provengono dalla decomposizione termica dell'elastomero stirene-butadiene) penteni ed isopenteni (tali idrocarburi sono abbondanti nella pirolisi della gomma dei pneumatici di grossa taglia perchè è presente nelle mescole una maggior quantità di gomma naturale) etc.; nei gas sono presenti anche idrocarburi aromatici dovuti alla piroscissione della gomma stirene-butadiene. L'idrogeno solforato, le piccole quantità di mercaptani e gli ossidi di zolfo che si formano per la presenza dello zolfo della vulcanizzazione vengono trasformati in sali mediante lavaggio alcalino e allontanati, per cui il gas di pirolisi risulta praticamente esente da composti dello zolfo già prima della combustione, con un notevole risparmio di costi perchè non è necessario ricorrere a laboriosi ed onerosi trattamenti di depurazione dei voluminosi fumi di combustione. Lo stesso dicasi per l'eventuale



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO-RE.P. s.r.l.
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ing. Ubaldo Maselli

CE-SS-A-000010

presenza di cloro ed alogeni che talvolta sono presenti nelle gomme in seguito a piccole aggiunte di additivi clorurati.

Il gas privato della quasi totalità degli inquinanti, in genere ha un potere calorifico inferiore di circa 8000 kcal/Nm³, perchè contiene vapori di idrocarburi; esso viene bruciato totalmente ed i suoi fumi, dopo miscelazione con aria, per portare la loro temperatura a quella di processo, sono utilizzati come fluido per riscaldare il reattore di pirolisi. I fumi che dopo l'utilizzazione hanno ancora una notevole energia (dato che escono dalla camicia del reattore a temperatura sufficiente per utilizzare la consistente quantità di calore che possiedono) vengono impiegati per generare vapore per usi aziendali ed infine, dopo aver percorso la camicia del preriscaldatore dei pneumatici, possono essere scaricati al camino dato che non contengono polveri, ossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto, acido cloridrico in concentrazioni superiori a quelle previste dalla Tabella 2.3 dell'allegato 1, del Supplemento ordinario n. 88 alla G.U. del 16.04.1998: " Valori limite e prescrizioni per le emission, convogliate in atmosfera, delle attività di recupero di materia dai rifiuti non pericolosi". Anche le concentrazioni delle sostanze organiche, espresse come COT, gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e i PCDD+ PCDF (valori espressi come diossina equivalente) rientrano nei limiti predisposti dalla suddetta legge per la tecnologia di combustione dei gas di pirolisi utilizzata nell'impianto termico (temperatura di combustione superiore a 1200°C; adeguato tempo di



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s.r.l.
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

ing. Ubaldo Maselli

CE-SS-A-000010

permanenza in camera di combustione della miscela gas-aria primaria; introduzione modulata dell'eccesso di aria nella camera di quenching, in modo da garantire sempre una ossidazione più che ottima prima che si abbia il raffreddamento dei fumi a temperatura di processo).

Il prodotto liquido della pirolisi risulta essere costituito da una miscela di idrocarburi aromatici, olefinici e saturi; il contenuto di carbonio è poco variabile nell'intorno dell'88% in peso, l'idrogeno è circa il 10% e l'ossigeno circa il 2% in peso. Sono presenti anche composti ossigenati, azotati e solforati, lo zolfo è nell'ordine dell' 1%, il contenuto di ceneri è piuttosto basso, il PCI in media è di 9600 kcal/kg. Per la fluidità e per il ridotto contenuto di zolfo l'olio è classificabile come un ottimo combustibile BTZ per uso generale e per il rilevante contenuto di idrocarburi aromatici può esser una interessante fonte per l'industria del settore.

Il prodotto solido della pirolisi, è un materiale composto prevalentemente di carbonio, che risulta all'esame chimico e fisico essere nerofumo, composto da carbonio con una particolare struttura ad anelli aromatici, contenente anche piccole quantità di idrogeno e ossigeno e con un contenuto di additivi variabili in dipendenza del tipo di pneumatici alimentati. I suddetti additivi sono composti inorganici formulati, dalle diverse aziende produttrici, nelle mescole della gomma per pneumatici; le sostanze presenti più importanti sono: l'ossido di zinco, la silice, il biossido di titanio; nel residuo solido sono



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. S. T. I
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ubaldo Maselli

CG-SS-A-000010

presenti piccole quantità di zolfo legato al carbonio per lo più derivante dallo zolfo della vulcanizzazione. Il nerofumo commerciale, così come quello di recupero (RCB) possono essere valutati con diverse determinazioni chimico fisiche, che qui vengono omesse perchè le valutazioni più importanti e discriminanti sono quelle che si effettuano sulle mescole gomma vulcanizzata-nerofumo-additivi mediante la determinazione delle proprietà meccaniche e dinamiche. Si riportano di seguito la principali determinazioni effettuate per la valutazione del nerofumo di recupero.

Esempio di protocollo adottato per la determinazione delle proprietà meccaniche e dinamiche delle mescole elastomeri-nerofumo vulcanizzate e per la valutazione di RCB di confronto a tipologie di nerofumo commerciali

I campioni di nerofumo di recupero, RCB, sono stati ottenuti con la pirolisi della gomma dei pneumatici fuori uso e valorizzati con gli apparecchi dedicati del sistema processo-impianto, essi provvedono all'upgrading del nerofumo secco che esce dalla valvola di scarico del reattore. Con il nerofumo, campionato durante gli esperimenti di pirolisi, sono state preparate le mescole con elastomero naturale e con elastomero sintetico stirene-butadiene; i provini di gomma preparati con le mescole vulcanizzate contenenti sia RCB sia due tipi di nerofumo commerciali, molto utilizzati nella produzione di gomma anche per pneumatici, sono stati testati per determinare le proprietà meccaniche e dinamiche. Sia la preparazione dei provini di



Ufficio Prov. Ind. Com. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

EGORE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing Ubaldo MASELLI)

CE-SS-A-000010

gomma sia la determinazione delle proprietà sono state eseguite nei laboratori ricerche e controlli di una società produttrice di gomma per pneumatici anche per il trasporto pesante e tipi di gomma diversi per usi industriali. I risultati dei tests eseguiti sulla gomma preparata con i diversi tipi di nerofumo vengono confrontati nella tabella A che segue:

TABELLA A

Sigle dei tipi di nerofumo e della qualità delle gomme utilizzati:

NR (Natural Rubber): gomma naturale;

SBR (Styrene-Butadiene Rubber): gomma stirene-butadiene;

N-330: nerofumo utilizzato nella gomma dei pneumatici;

N-660: nerofumo usato nelle gomme industriali di qualità;

RCB (Recovered Carbon Black): Nerofumo di recupero.

	NR/ N-330	NR/ RCB	NR/ N-660	SBR/ N-330	SBR/ RCB	SBR/ N-660
Caratteristiche						
Durezza (°Sh A)	64	59	60	68	67	64
Mod. Young (Mpa)	5,45	5,0	4,7	5,7	5,3	4,5
Resist. Traz. (Mpa)	23,7	20,1	21,8	24,6	21,3	20,7
Resist. Traz. 70°C,						
15 giorni (Mpa)	9,5	10,0	14,5	23,8	18,5	20,3
Allungamento						
dopo Rottura (%)	430	480	460	450	550	490
Allung. dopo Rott.						
70°C, 15 gg. (%)	220	290	320	320	360	360



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. S. F. I
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ing. Ubaldo Maselli

LB-SS-A-0000 10

Rimbalzo Isos. (%)	54	56	55	48	47	48
E' a 25°C, (Mpa)	6,7	5,5	5,4	8,3	7,5	6,9
E'' a 25°C, (Mpa)	1,2	0,95	0,7	2,1	1,6	1,4
tg delta	0,181	0,173	0,136	0,257	0,218	0,197

Valutazione delle proprietà meccaniche e dinamiche

del Nerofumo di Recupero Valorizzato

I risultati riportati nella tabella A e altri ottenuti con lo stesso protocollo di prove evidenziano con sorpresa che il nerofumo recuperato col processo di pirolisi e valorizzato con le apparecchiature per l'upgrading conferisce alla gomma caratteristiche fisiche, meccaniche e dinamiche uguali o di poco inferiori a quelle impartite dai nerofumo commerciali.

In particolare "l'allungamento percentuale dopo rottura" della gomma naturale rinforzata con RCB è risultato con sorpresa superiore a quello ottenuto con i due nerofumo commerciali, così come il "rimbalzo isostatico" e la "tg delta", facendo intravedere che si potrebbe individuare impieghi interessanti selezionando le diverse partite di nerofumo RCB al momento della produzione.

Considerazioni analoghe si possono fare anche dopo l'esame della gomma sintetica rinforzata con RCB.

Il procedimento per ottenere il nerofumo di recupero, RCB, olio di pirolisi e carcasse metalliche, oggetto del presente trovato, viene vantaggiosamente realizzato mediante una apparecchiatura riportata nello schema di flusso semplificato descritto nella figura 1, che



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE RICELENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l.
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

LG-SS-A-000010

comprende:

- un preriscaldatore dei pneumatici, 1, previamente puliti a secco meccanicamente, atto a riscaldare gli stessi, mediante il calore trasmesso dai fumi esauriti alimentati in camicia, ad una temperatura prefissata prima dell'introduzione nel reattore di pirolisi; l'avanzamento dei pneumatici è affidata ad un nastro trasportatore di tipo tradizionale;
 - un reattore di pirolisi, 2, realizzato con leghe refrattarie al nichelio, alimentato dal preriscaldatore mediante un caricatore intercettato da due valvole a serranda che impediscono l'ingresso di aria nel reattore e la fuoriuscita dei gas-vapori di pirolisi all'esterno. Il riscaldamento del reattore è garantito dalla circolazione di fumi, alla temperatura di processo, in due distinte camicie in parallelo, la temperatura massima di lavoro delle camicie del reattore è prevista fino a 900°.
- L'avanzamento dei pneumatici può essere effettuato con diversi sistemi: - nastro trasportatore a maglie di materiale metallico resistente fino a 700°C ; - pistone automatizzato, azionato da un sistema oleoidraulico e/o pneumatico, con sistema di raffreddamento;
- gancio di estrazione delle carcasse ferrose dei pneumatici, automatico azionato da un sistema oleopneumatico ed eventuali altri sistemi di avanzamento simili. Il nerofumo rilasciato dalla gomma pirolizzata viene fatto avanzare per gravità, mediante l'inclinazione regolabile del reattore e mediante un raschiatore applicato ai sistemi di avanzamento, prima detti, e cade nella valvola a tenuta di gas, 3,



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
Ing. Ubaldo MASELLI

ing. Ubaldo Maselli

CE-SS-A-0000 10

di ideazione esclusiva, che impedisce l'assorbimento di olio da parte

ECO RE P. s r l

PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE

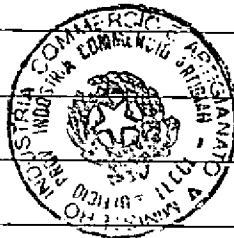
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ubaldo Maselli

Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce

IL DIRETTORE DELEGATO

(Dr. Francesco Ciardo)



CB-SS-A-000010

del nerofumo e permette l'estrazione dello stesso perfettamente secco;

- un dispositivo di raffreddamento a tamburo, mediante acqua, del nerofumo, 4, di tipo noto;

- un sistema di upgrading del nerofumo composto da un sistema in cascata composto da un disgregatore a secco per rompere gli agglomerati di particelle di nerofumo, da una cernita automatica per asportare i pezzetti di metallo e di altri materiali inorganici, 5, e da un atomizzatore provvisto di setacciatore con ricircolo, di tipo noto, 5, per classificare i fini alle dimensioni previste per i neri rinforzanti delle mescole della gomma vulcanizzata; il nerofumo valorizzato, RCB, viene quindi stoccato in un silos inertizzato, 6;

- un dispositivo per la pulitura delle carcasse di acciaio dai residui di nerofumo prima di inviarle allo stoccaggio, 7;

- uno scambiatore a tubi verticali, 9, dove la miscela gas-vapore di pirolisi che esce dal reattore tramite la tubazione, 8, viene raffreddata mediante una pioggia di olio freddo nella precamera;

- uno scambiatore ad acqua, 11, dove si raffredda l'olio che provoca la condensazione dei vapori di idrocarburi a più alto peso molecolare, L'olio condensato va nel separatore gas-olio, 10, dove l'olio chiarifica mentre il gas di pirolisi viene inviato alla torre di lavaggio. L'olio di pirolisi che risulta in eccesso, che è uguale alla quantità prodotta nell'unità di tempo con la pirolisi, va al serbatoio di accumulo, 12;

- una torre di lavaggio del gas di pirolisi con soluzione alcalina, 13,



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

UE - 99 - A - 000010

che provvedere ad abbattere gli inquinanti acidi presenti;

- un impianto termico composto da un bruciatore duale e camera di combustione per alte temperature per il gas e l'olio di pirolisi, 14, che serve per la produzione dei fumi da diluire con aria nella camera di miscelamento, 15, per portarli alla temperatura di processo prima di inviarli all'camicia del reattore.

Per ragioni di sicurezza l'impianto è tenuto ad una pressione di 0 + 40 mm di acqua e sotto battente di azoto o fumi stechiometrici di combustione, L'apparecchiatura è provvista di dispositivi antiscoppio e monitorizzata all'interno con analizzatori di ossigeno e all'esterno con analizzatori per gas combustibili. Per evitare gli inconvenienti dei sistemi di avanzamento a nastro trasportatore metallico generati dall'allungamento del nastro, variabile con la temperatura di lavoro del reattore, e dai difetti d'allungamento delle ruote di trascinamento del nastro stesso, difetti che si hanno molto frequentemente nei forni o nei reattori di considerevole lunghezza che lavorano con consistenti gradienti di temperatura, è stato ideato un innovativo dispositivo d'avanzamento a spinta degli pneumatici descritto nella figura 2.

Il dispositivo ideato è composto di un sistema asta - pistone, f, g, che spinge lo pneumatico, alimentato per gravità, quando si apre la serranda inferiore, c, nel reattore di pirolisi facendolo avanzare di un passo (pari a metri 1,0 - 1,1 per gli pneumatici grandi da autocarro), la spinta applicata allo pneumatico fa avanzare tutti gli pneumatici contenuti nel reattore provocando la caduta della carcassa metallica



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

CE-SS-A-000010

alla fine del reattore nella camera d'estrazione.

Detto dispositivo può anche far avanzare gli pneumatici di due o più passi fino a percorrere la lunghezza totale del reattore; l'asta di spinta è azionata da una centrale oleo-idraulica esterna, I, che permette un avanzamento dell'insieme asta-pistone con passo e numero di passi regolabili in funzione del diametro degli pneumatici alimentati. Il dispositivo d'avanzamento è provvisto di sensori per la regolazione della spinta da applicare agli pneumatici in funzione della resistenza all'avanzamento e della elasticità delle carcasse metalliche. Il sistema è corredato anche di un sistema di blocco spinta che interviene in caso di malfunzionamento.

Se necessario per facilitare lo scarico delle carcasse metalliche residue, si può anche applicare, nella parte terminale del reattore, un dispositivo per l'estrazione delle carcasse stesse, azionato mediante un'asta recante all'estremità, interna al reattore, un gancio a funzionamento automatico; anche questo dispositivo d'estrazione è azionato dalla centrale oleo-idraulica.

Nella figura 2 con a è indicato il reattore di pirolisi, con b la camicia dei fumi di riscaldamento, con c le serrande a tenuta di gas per il caricamento degli pneumatici, con d l'uscita dei gas e vapori di pirolisi, con e lo scarico fumi esauriti, con f l'asta del dispositivo di spinta dello pneumatico, con g il pistone per lo spostamento dello pneumatico, con h il premistoppa con guida, con la guida principale dell'asta di spinta, con I la centrale oleo-idraulica con dispositivi di



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Clardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
Ing. Ubaldo MASELLI

CE-SS-A-000010

controllo del movimento di caricamento e spinta del sistema asta-pistone e con m i martinetti idraulici per l'azionamento del sistema asta - pistone per l'avanzamento degli pneumatici nel reattore.

RIVENDICAZIONI

1. Un procedimento per lo smaltimento di pneumatici interi fuori uso di autocarri, autoarticolati, autobus, di veicoli per il trasporto leggero, autovetture e di altri mezzi circolanti su gomma, caratterizzato dal fatto che consiste nel sottoporre a decomposizione termica mediante pirolisi o piroschissione, in assenza di aria i pneumatici, manufatti composti di gomma, tele tessili, tele e cinture di acciaio, di tutte le misure preferibilmente in cariche uniformi.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che esso comprende le seguenti fasi:

- Pulitura meccanica dei pneumatici, con particolar riguardo alla fascia battistrada;
- Preriscaldamento dei pneumatici prima di introdurli nel reattore;

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ubaldo Maselli



Ufficio Prov. (A.S. Comm. Art. - Lecce)
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

UE-SS-A-000010

- Decomposizione termica in atmosfera inerte ed in assenza di aria, mediante riscaldamento progressivo nel reattore di pirolisi ad una temperatura compresa tra 350 e 800°C, per tempi variabili a seconda delle dimensioni dei pneumatici e delle caratteristiche della gomma che li costituisce;

- Raffreddamento, sempre in assenza di aria, del prodotto solido della pirolisi (nerofumo secco), fino ad una temperatura inferiore a 150°C;

- Raffreddamento ad una temperatura inferiore a 95°C dei prodotti di prodotti di pirolisi allo stato gas-vapore mediante lavaggio con olio di pirolisi preraffreddato che viene riciclato e condensazione degli idrocarburi, condensabili in quelle condizioni, con ottenimento di una fase liquida dei prodotti, l'olio di pirolisi;

- Raffreddamento ad una temperatura inferiore a 40°C di parte di detto olio e suo, impiego per il " quenching " stesso;

- Lavaggio dei gas, che provengono dal separatore gas-olio, con soluzione alcalina (bicarbonato di sodio o altra sostanza) secondo una tecnologia nota e invio al bruciatore dell'impianto termico;

- Combustione del gas e dei non condensati e miscelamento dei fumi caldi con aria fredda per portarli ad una temperatura compresa tra 450 e 850°C per l'impiego nella camicia di riscaldamento del reattore per la pirolisi dei pneumatici;

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che si utilizzano pneumatici interi di qualsiasi taglia costituiti da



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

CE-SS-A-000010

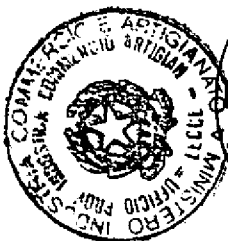
gomma, tele tessili tradizionali e di materiali avanzati, tele e cinture di acciaio nelle proporzioni che si hanno nei rifiuti speciali composti da pneumatici fuori uso.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti pneumatici sono costituiti di gomma caricata con nerofumo, rinforzante del prodotto vulcanizzato, e altre sostanze anche inorganiche che tradizionalmente vengono adoperate per formulare le mescole di gomma.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il calore per effettuare la pirolisi di detti pneumatici interi viene prodotto bruciando, nell'impianto termico, almeno il 60-70% dei gas di pirolisi dis inquinati mediante il metodo noto già detto.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il prodotto solido della pirolisi, denominato nerofumo recuperato, dopo la valorizzazione, già descritta, mediante il sistema di upgrading (articolato in disgregazione, cernita, atomizzazione, setacciatura) viene utilizzato come sostanza rinforzante della gomma industriale.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la gomma dei pneumatici fuori uso ha composizione variabile per l'uso di percentuali diverse di elastomeri artificiali e elastomeri naturali e che la qualità e le percentuali del nerofumo sono diverse, in un range dal 20 al 45 % in dipendenza delle parti che costituiscono il pneumatico (battistrada, spalle, fianchi, tallone) e che



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

UESS-A-000010

la qualità e le percentuali delle cariche utili possono essere diverse come anche il contenuto di tele e fasce di acciaio;

8. Una apparecchiatura per realizzare il procedimento di smaltimento dei pneumatici e il recupero di materiali utili secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che comprende:

- Una macchina pulitrice dei pneumatici atta a togliere dalla superficie degli stessi qualsivoglia traccia di sporco, anche incastrata nel battistrada;

- Un preriscaldatore dei pneumatici e l'alimentatore di questi al reattore di pirolisi intercettato da due valvole a serranda che impediscono l'ingresso dell'aria al reattore e bloccano la fuoriuscita dei gas e vapori di pirolisi all'esterno; per evitare l'ingresso del volume di aria compreso tra le due serrande si provvede lavare con gas inerte;

- Un reattore per la pirolisi realizzato in leghe termiche speciali in grado di resistere a temperature fino a 900°C, provvisto di uno speciale sistema di riscaldamento indiretto composto da una o due camicie in parallelo con circolazione di fumi di combustione portati con aria alla temperatura di processo adeguata al tipo di pneumatici da pirolizzare - Un innovativo dispositivo di avanzamento a spinta dei pneumatici nel reattore composto di un sistema asta - pistone;

- Un dispositivo di scarico innovativo del nerofumo di recupero atto a preservarlo dal "bagnamento" da parte dei vapori di pirolisi eventualmente condensati;



Ufficio Prov. Cons. Art. - Lecce
DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

ing. Ubaldo Maselli

UE-SS-A - 000010

- Un dispositivo di raffreddamento, in atmosfera inerte, del nerofumo,
di tipo noto;

ECO RE P. s. r. l.
PRESIDENTE CONS. D'AMMINE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ubaldo Masetti



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

CE-SS-A-000010

- Uno scambiatore di calore a tubi verticali per il raffreddamento dei gas e la condensazione dei vapori di pirolisi, che escono dal reattore, mediante riciclo di olio preraffreddato in uno scambiatore di calore con acqua di torre;

- Una torre per il lavaggio con soluzione alcalina dei gas non condensati, con processo di tipo noto;

- Un ventilatore per inviare all'impianto termico i gas lavati e privati degli inquinanti, ed una pompa volumetrica per alimentare allo stesso l'olio di pirolisi quando il gas sia assente o scarso (fasi di avviamento e fermata dell'impianto);

- Un impianto termico composto da un bruciatore per gas ed olio, una camera di combustione in grado di realizzare la combustione dei prodotti combustibili fino ad oltre 1200°C, ed una camera di miscelamento dei fumi di combustione con aria fredda per portarli alla temperatura voluta;

10. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che durante l'esercizio viene tenuta leggermente pressurizzata 0/ + 40 mm di acqua e in atmosfera di azoto o altro gas inerte; l'apparecchiatura è anche provvista di dispositivi antiscoppio e di rivelatori esterni di gas combustibili.

Per ECOREP

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMMIN. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ing. Ubaldo Maselli

Ufficio Prov. Iud. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

LE-9P-A-000020

TAVOLA MODIFICATA

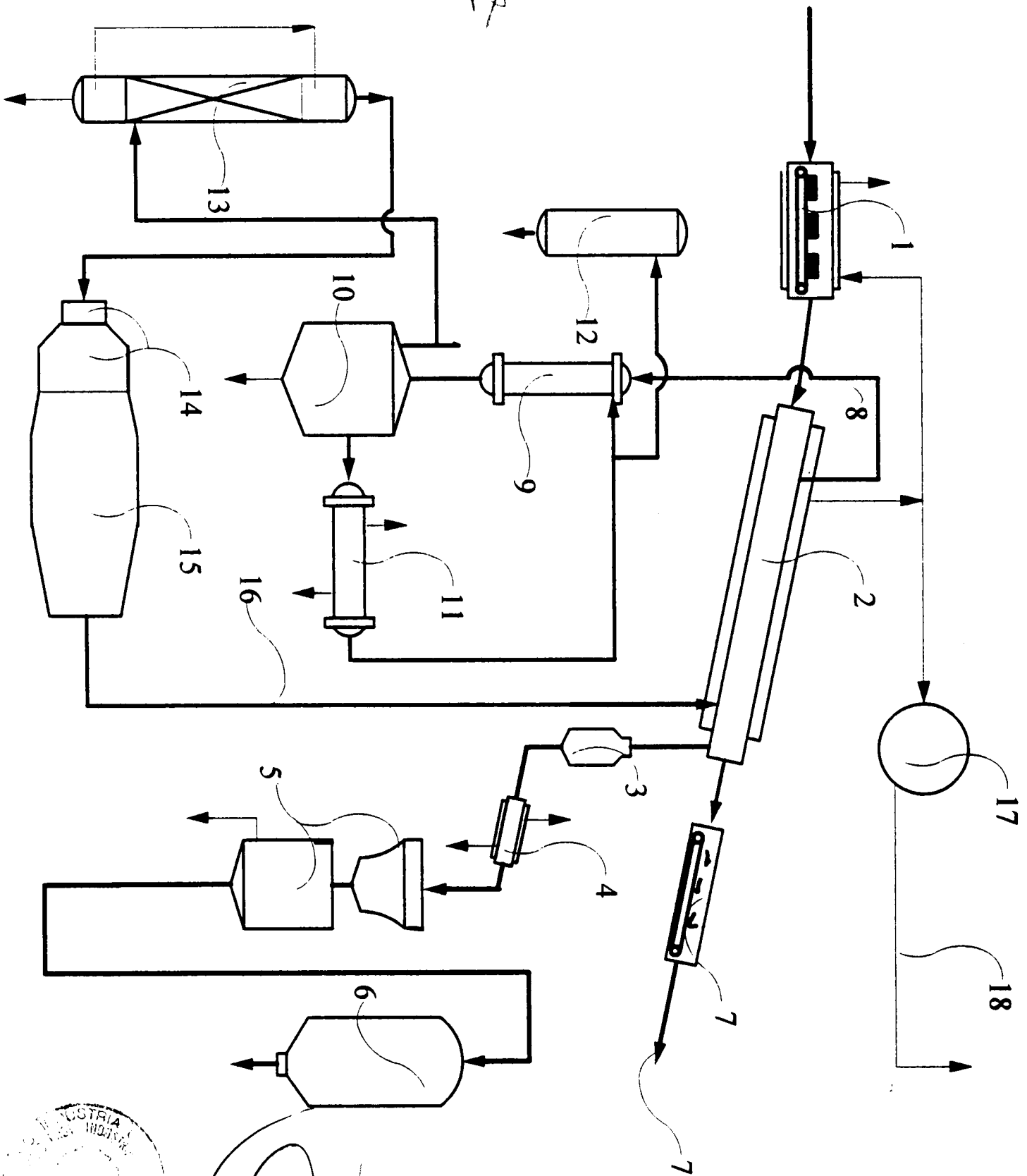


Fig. 1



Ufficio Prov. Ind. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

Ing. Ubaldo Maselli

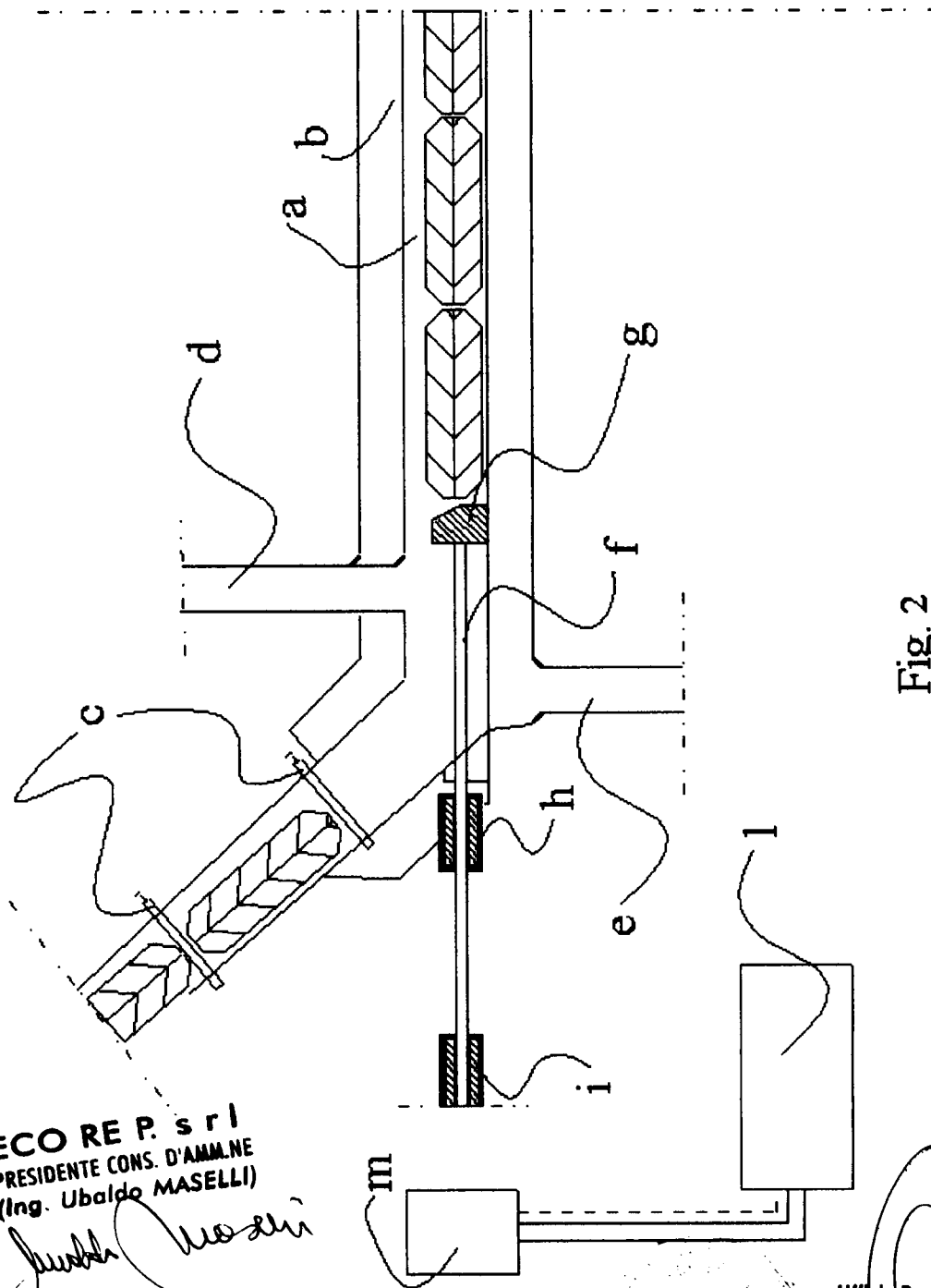


Fig. 2

Domanda di brevetto N° LE-99-A-000010 del 30 Giugno 1999

ECO RE P. s r l
PRESIDENTE CONS. D'AMM. NE
(Ing. Ubaldo MASELLI)

[Handwritten signature]

Ufficio Prog./Inv. Comm. Art. - Lecce
IL DIRETTORE REGGENTE
(Dr. Francesco Ciardo)

[Handwritten signature]