

Nome File	Esito Verifica	Verifica alla Data	Algoritmo Digest	Firmatario	Cod. Fiscale	Organizzazione
accordo_amianto_signed.pdf;p7m (Firme totali apposte: 1)	Firma CADES OK Data di verifica: 24/11/2015 15.14.36 (UTC Time)	 verifica alla data? clicca qui...	SHA-256	Mariano Grillo	GRLMRN57B08H501Y	Ministero dell'ambiente/97047140583

IIA - CNR - IIA

Tit: I. CI: AMMINISTRA F. VARIE 2015

<b>N. 0004086</b>	<b>25/11/2015</b>
-------------------	-------------------





MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE  
Direzione generale per i rifiuti e l'inquinamento (RIN)



## ACCORDO DI COLLABORAZIONE

### TRA

**Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione generale per i rifiuti e l'inquinamento**, con sede in Via Cristoforo Colombo, n. 44, (00144) Roma, di seguito denominato semplicemente "MATTM" (C.F. 97047140583), legalmente rappresentato dal dott. Mariano Grillo, Direttore Generale della predetta Direzione

### E

**Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto sull'inquinamento Atmosferico**, con sede in Via Salaria Km. 29,300, (00015) Monterotondo, di seguito denominato semplicemente "CNR" (CF 80054330586), legalmente rappresentato dall'Ing. Nicola Pirrone, in qualità di Direttore del predetto Istituto

### PREMESSO

- che la propria legge istitutiva attribuisce al MATTM il compito di assicurare la promozione, la conservazione e il recupero delle condizioni ambientali conformi agli interessi della collettività e alla qualità della vita, nonché la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale nazionale e la difesa delle risorse naturali dall'inquinamento, compiendo e promuovendo studi, indagini e rilevamenti interessanti l'ambiente;
- che il D.P.C.M. n. 142/2014, concernente il riordino del MATTM, che ha, tra l'altro, istituito la Direzione generale per i rifiuti e l'inquinamento, prescrive ai sensi dell'articolo 2, comma 5, che le Direzioni generali

possono avvalersi di convenzioni e accordi con istituti superiori, organi di consulenza tecnico-scientifica dello Stato, enti pubblici specializzati operanti a livello nazionale ed istituti e dipartimenti universitari, anche al fine di assicurare l'unitarietà e l'economicità dell'azione dell'amministrazione;

- che l'articolo 15 della legge n. 241/90 e s.m.i. prevede che le amministrazioni pubbliche possono sottoscrivere accordi tra loro al fine di disciplinare lo svolgimento, in collaborazione, di attività di interesse comune;
- che il Consiglio Nazionale delle Ricerche, istituito sin dal 1923, è il massimo ente di ricerca nazionale che svolge attività di prioritario interesse per l'avanzamento della scienza e del progresso nel Paese;
- che il CNR, in particolare, svolge promuove diffonde trasferisce e valorizza attività di ricerca scientifica e tecnologica nei principali settori di sviluppo delle conoscenze e delle loro applicazioni per lo sviluppo scientifico e tecnologico, economico e sociale;
- che tra il MATTM e il CNR è stato sottoscritto in data 6 luglio 2015 un Protocollo d'Intesa con la finalità di collaborare alla promozione della ricerca e dell'innovazione in diversi ambiti, tra cui quello dei rifiuti;
- che il CNR ha costituito e reso operante sin dal 2013 presso il MATTM l'Unità Operativa di Supporto (U.O.S.) di Roma nell'ambito del proprio Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA) il quale presta con continuità al medesimo MATTM una collaborazione tecnico-scientifica qualificata di alto profilo specialistico,

## **CONSIDERATO**

- la rilevanza della problematica ambientale connessa alla presenza di materiali contenenti amianto negli insediamenti industriali e civili, nonché di quella legata ai rischi per la salute derivanti dall'esposizione all'amianto;
- che al fine di promuovere azioni concrete dirette a contrastare i fenomeni di inquinamento ambientale da amianto, una delle possibili iniziative presuppone il necessario approfondimento dei processi a larga scala di recupero di scorie per la realizzazione di un primo impianto di trattamento di rifiuti contenenti amianto con conseguenti trascurabili emissioni in atmosfera e rifiuti da smaltire;

- che la valutazione, sotto il profilo ambientale, dell'efficacia di tali iniziative di recupero di scorie contenenti amianto, costituisce altresì un importante obiettivo per la salvaguardia dell'ambiente, rappresentando in particolare, per il MATTM e il CNR, un obiettivo comune su cui convergono gli interessi pubblici perseguiti istituzionalmente da ciascuna amministrazione;
- che su tale argomento il CNR ha in corso uno studio preliminare finalizzato alla messa a punto e alla sperimentazione di una metodologia innovativa per l'inertizzazione dell'amianto, l'abbattimento delle emissioni nocive e della analisi di filiera che il MATTM ritiene di potenziale e rilevante importanza per la riduzione dei rischi che il processo di inertizzazione tradizionale dell'amianto oggi comporta,

### **RITENUTO**

- che sia il MATTM che il CNR intendono, conseguentemente, sviluppare congiuntamente la pertinente sperimentazione e per tale motivo è stato predisposto dal CNR un progetto denominato "*Sviluppo di una metodologia innovativa per l'inertizzazione dell'amianto, abbattimento delle emissioni nocive ed analisi di filiera*";
- che la collaborazione tra il MATTM ed il CNR, in attuazione del presente *Accordo* ai sensi dell'articolo 15 della legge n. 241/90 e s.m.i. non rientra nel campo di applicazione IVA in quanto trattasi di attività istituzionali proprie dell'Ente pubblico non economico, ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. n. 633 del 1972.

**TUTTO QUANTO CIÒ PREMESSO CONSIDERATO E  
RITENUTO LE PARTI, COME SOPRA RAPPRESENTATE,  
CONVENGONO E SOTTOSCRIVONO QUANTO SEGUE**

#### **Articolo 1 (Oggetto)**

1. L'obiettivo del presente *Accordo* è la promozione delle iniziative dirette a contrastare i fenomeni di inquinamento ambientale da amianto, attraverso l'approfondimento dei processi a larga scala di recupero di scorie e la realizzazione di un primo impianto sperimentale di trattamento di rifiuti contenenti amianto con emissioni in atmosfera e rifiuti da smaltire pari a zero.

2. Il CNR svolge, nei modi disciplinati dal presente *Accordo*, le attività per la realizzazione del Progetto, anche con risorse proprie che sono necessarie affinché l'azione delle Parti concorra al raggiungimento degli obiettivi previsti dal comma 1. Tali oneri, essendo necessari ai fini della ottimale realizzazione del Progetto, dovranno comunque confluire nelle spese documentate nella rendicontazione finanziaria che verrà trasmessa al MATTM;
3. Il MATTM assicura il rimborso al CNR delle spese per le attività svolte, ad eccezione di quelle di cui al comma 2, nonché il rimborso delle eventuali spese di missione, secondo le procedure di cui all'articolo 5 e nei limiti di valore massimo ivi previsto, previa valutazioni in tal senso assunte dal Direttivo di Coordinamento di cui all'art. 3.

## **Articolo 2**

### **(Attività previste dall'*Accordo*)**

1. Ai fini dell'attuazione del presente *Accordo*, si prevede lo svolgimento delle attività descritte nel progetto denominato "*Sviluppo di una metodologia innovativa per l'inertizzazione dell'amianto, abbattimento delle emissioni nocive ed analisi di filiera*" che, allegato materialmente al presente articolato, costituisce parte integrante del presente *Accordo*, nonché quelle ulteriori e specifiche definite anche in corso d'opera dal Direttivo di coordinamento di cui al successivo art. 3.

## **Articolo 3**

### **(Direttivo di coordinamento)**

1. E' istituito presso il MATTM, entro trenta giorni dalla data di stipulazione del presente *Accordo*, un Direttivo di coordinamento, di seguito denominato per brevità semplicemente "Direttivo", con la funzione di assicurare l'efficace ed efficiente esecuzione delle attività tecnico-scientifiche da svolgersi in esecuzione di esso, nonché per la definizione puntuale delle attività descritte nel Progetto allegato da assoggettare a rimborso ai sensi del precedente articolo 1, comma 3.
2. Il Direttivo opera al fine di garantire la regolare esecuzione delle attività, in considerazione dell'obiettivo comune da perseguire, senza la corresponsione di alcun compenso, e si compone, in un numero uguale di rappresentanti, di cui tre designati dal MATTM e tre dal CNR. Uno dei componenti designati dal MATTM svolge le funzioni di Presidente dell'organo.
3. Al Direttivo sono, in particolare, demandati dalle Parti i seguenti prioritari compiti:

- a) esprimersi in merito al piano operativo di dettaglio (POD) di cui all'articolo 4 e alle eventuali proposte di modifica rispetto alle previsioni del medesimo piano ai sensi dell'articolo 4, comma 3;
- b) esprimersi in merito alle azioni e agli interventi riferibili all'articolo 1, comma 2, oggetto di rimborso da parte del MATTM al CNR;
- c) esprimersi sulla congruenza delle relazioni periodiche che illustrano lo stato di avanzamento delle attività, trasmesse dal CNR con cadenza almeno trimestrale;
- d) esprimersi sulla congruità della rendicontazione analitica di cui all'articolo 5, comma 3, al fine del rimborso delle pertinenti spese;
- e) esprimersi su ipotesi di anticipata cessazione delle attività in presenza di eventuali risultati conseguiti in corso d'opera che fanno ritenere non ulteriormente utile proseguire la sperimentazione;
- f) esprimersi sulla concessione di eventuali proroghe motivatamente richieste;
- g) esprimersi su ogni altra richiesta viene ad essa formulata dalle Parti.

#### **Articolo 4**

##### **(Piano operativo di dettaglio)**

1. Il CNR presenta al MATTM entro i successivi 60 giorni dalla comunicazione dell'avvenuta acquisizione di efficacia del presente *Accordo*, un piano operativo di dettaglio, denominato in seguito per brevità POD, contenente la specifica descrizione di ciascuna azione, cadenzata secondo un apposito cronoprogramma, di tutte le iniziative oggetto del presente *Accordo*.
2. Il Ministero, sulla base del parere del Direttivo, si pronuncia in merito all'approvazione del POD entro i successivi 30 giorni, anche al fine di determinare la data di avvio del Progetto.
3. Le Parti, sentito il Direttivo, possono concordare in ogni momento di esecuzione modifiche al piano operativo di dettaglio per adeguarlo e renderlo più rispondente agli obiettivi che si intendono perseguire.

**Articolo 5**  
**(Procedure di rimborso delle attività)**

1. Le attività svolte in forza del presente *Accordo* possono essere oggetto di rimborso a favore del CNR, da porre quindi a carico del MATTM, per un ammontare massimo, e per nessun motivo superabile, di € 240.000,00.= (euroduecentoquarantamila/00), come indicato nella scheda rimborso spese, Allegato II, e secondo le modalità previste nell'Allegato III.
2. L'Allegato II e l'Allegato III, costituiscono parte integrante del presente *Accordo*. L'Allegato III contiene la descrizione delle modalità di rimborso delle attività svolte in attuazione del presente *Accordo*, con la definizione dei limiti per i quali tali attività sono oggetto di rimborso.
3. Il rimborso delle spese sostenute dal CNR avviene sulla base di una rendicontazione da presentare semestralmente a partire dalla data di approvazione del POD, comprensiva della relazione sullo stato di avanzamento delle attività.

**Articolo 6**  
**(Durata)**

1. Il presente *Accordo* ha una durata di due anni a decorrere dalla data di comunicazione dell'avvenuta approvazione del piano operativo di dettaglio da parte del Ministero. Entro tale periodo dovranno essere completate tutte le iniziative, le azioni e gli interventi oggetto del presente *Accordo*, fatta salva la concessione di eventuali proroghe motivatamente richieste e valutate positivamente dal Direttivo.

**Articolo 7**  
**(Integrazioni e modifiche)**

1. E' fatta salva la facoltà per le Parti di integrare o modificare consensualmente in ogni momento il contenuto del presente *Accordo*, sempre a condizione che non ne vengano alterati i fini e gli obiettivi.

**Articolo 8**  
**(Tracciabilità dei flussi finanziari)**

1. Le Parti assumono, ove applicabili, gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'articolo 3 della Legge 13 agosto 2010, n. 136.

## **Articolo 9**

### **(Foro competente)**

1. Qualsiasi controversia in merito all'interpretazione, esecuzione, validità o efficacia del presente *Accordo*, è di competenza esclusiva del Foro di Roma.

## **Articolo 10**

### **(Efficacia dell'*Accordo*)**

1. Il presente *Accordo* diverrà impegnativo per le Parti, una volta sottoscritto, solo dopo la registrazione del pertinente impegno di spesa presso i competenti Organi di controllo del MATTM. DA tale momento decorre l'obbligo per il CNR di provvedere alla acquisizione e comunicazione del CUP.

Letto, confermato e sottoscritto

Roma,

**Per il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare**

Il Direttore della Direzione Generale per i rifiuti e l'inquinamento

Dott. Mariano Grillo

**Per il Consiglio Nazionale delle Ricerche**

Il Direttore dell'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico

Ing. Nicola Pirrone



**Sviluppo di una metodologia innovativa per  
l'inertizzazione dell'amianto, abbattimento delle  
emissioni nocive e analisi di filiera**

**Progetto indirizzato a:**  
Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare



**Proposto da:**

Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR  
Area della Ricerca Roma-1, Monterotondo

## Sommario

<b>1</b>	<b>Sintesi della proposta progettuale.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Obiettivo.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Risultati attesi.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Approccio Sperimentale.....</b>	<b>5</b>
5.1	Sistema di Monitoraggio delle emissioni.....	7
5.2	Sensoristica avanzata per il monitoraggio.....	7
5.3	Sistema di abbattimento delle emissioni nocive.....	8
<b>6</b>	<b>Attività.....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Gantt.....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Rimborso spese delle attività.....</b>	<b>14</b>

## 1 Sintesi della proposta progettuale

La proposta progettuale in oggetto ha come scopo la realizzare di un primo impianto di trattamento di rifiuti contenenti amianto con emissioni in atmosfera e rifiuti da smaltire pari a zero.

L'amianto e i materiali che lo contengono possono essere convertiti in altre sostanze non pericolose, a patto di realizzare una trasformazione "cristallochimica", cioè modificare quelle caratteristiche chimiche e fisiche che rendono pericolose le fibre. Per ottenere questo obiettivo si intende realizzare una sperimentazione su scala di laboratorio con un innovativo forno a microonde, allo scopo di ottenere residui solidi innocui dall'arrostimento dei rifiuti tal quali, senza alcuna macinazione o preparazione, direttamente dal cantiere di bonifica.

In questo progetto si vuole arrivare a rendere l'intero processo un "ciclo chiuso", cioè senza emissioni pericolose in atmosfera e senza la produzione di rifiuti di trattamento.

L'elemento centrale del progetto è quindi la realizzazione di un ciclo di trattamento che preveda l'abbattimento integrale delle emissioni gassose e il recupero totale delle ceneri di arrostitimento nello stesso ciclo come additivo per l'assorbimento delle emissioni gassose clima alteranti. Tali sistemi di abbattimento e recupero saranno utili non soltanto nella gestione dei futuri impianti di trattamento dell'amianto ma anche per gli impianti di incenerimento o pirolisi dei rifiuti, dove le problematiche di inquinamento atmosferico e di produzione di ceneri pongono problemi di gestione e sostenibilità ambientale ancora non risolti.

## 2 Introduzione

Prima della Legge n°257 del 1992, l'Italia era uno dei maggiori consumatori di amianto in Europa. Si stima che, dal dopo guerra e sino all'introduzione della legge n°257, siano stati prodotti nel nostro Paese non meno di 3,7 milioni di tonnellate di amianto utilizzate per la realizzazione di manufatti destinati sia ad ambiti produttivi che residenziali. Secondo stime elaborate dal CNR, ci sarebbero non meno di 32 milioni di tonnellate da bonificare.

Questi dati sono contenuti nel rapporto sullo "Stato dell'arte e prospettive in materia di contrasto alle patologie asbesto correlate" redatto dal Ministero della Salute.

Il rapporto quantifica in circa 34 mila i siti a potenziale contaminazione di amianto: parte di essi è già stata catalogata di priorità 1, ma il numero reale viene stimato in termini quantitativi rispetto a quelli che sino ad oggi compongono questa classificazione.

Per la sua economicità, l'uso del cemento-amianto è stato ampiamente utilizzato nella realizzazione di manufatti ed in particolare per la realizzazione di coperture di abitazioni, di edifici destinati ad attività produttive di tipo industriale, artigianale e agricolo pastorale, nonché nell'edilizia destinata a servizi d'uso pubblico (scuole, depositi, ecc.).

Per i tempi di manifestazione delle conseguenze di esposizione agli impatti causati dalla presenza di amianto, la prevenzione ai rischi dall'esposizione rappresenta uno degli interventi prioritari finalizzati alla riduzione del rischio sanitario.

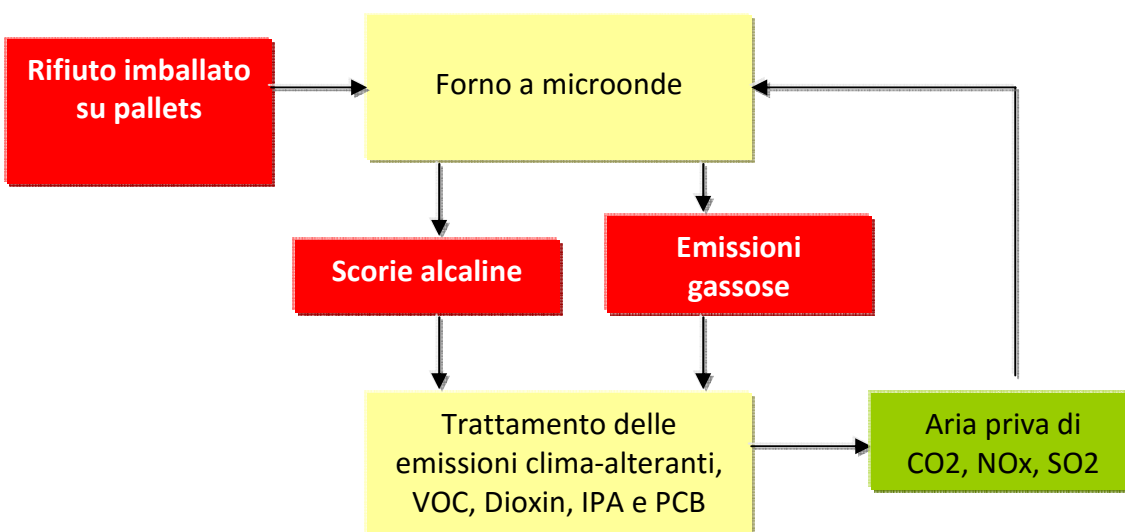
Da tale scenario balza evidente che nuovi sistemi di recupero di tali rifiuti sono auspicabili con una certa urgenza. Il decreto del 29.7.2004 n° 248 “Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto” ha aperto alcune possibilità di recupero dei rifiuti contenenti amianto definendo i trattamenti ed i processi che conducono alla totale trasformazione cristallochimica dell’asbesto. Tali trattamenti se adeguatamente realizzati permettono di evitare il conferimento in discarica ed il riutilizzo del rifiuto trattato. Attualmente in Italia non esistono impianti operativi di trattamento. Si sta lavorando alla messa in funzione di un trattamento di pirolitico per rifiuti provenienti da lavorazioni di cemento amianto e da riutilizzare per il ripristino ambientale

### 3 Obiettivo

Scopo del progetto è quello di realizzazione a scala di laboratorio un primo sistema di trattamento di rifiuti contenenti amianto a ciclo chiuso, cioè senza la generazione di emissioni gassose pericolose o clima-alteranti e ceneri da smaltire.

Quello che sarà eseguito inoltre è lo studio e progettazione di una filiera di trattamento e smaltimento a “km zero”, cioè un sistema mobile di trattamento dei rifiuti di amianto che segua i grandi cantieri di bonifica e che tratti il materiale direttamente nel cantiere, senza pericolo per le maestranze e per le popolazioni circostanti rispondere in maniera proattive alle indicazioni UE, dove nel marzo 2013 è stato approvato a larga maggioranza il documento 2012/2065 (INI) contenente una serie di azioni sulla politica futura degli Stati Membri.

Tale prototipo potrebbe favorire soluzioni atte a rispondere in maniera proattive alle indicazioni contenute nel Piano Nazionale Amianto, dove nel corso della Conferenza Governativa sull’Amianto del novembre 2012 è emersa una grave insufficienza nell’offerta di discariche/siti di stoccaggio per amianto che implica il ricorso massiccio di impianti di smaltimento estero con forti aggravii di costo. In ottica futura deve essere incentivata la ricerca italiana sullo sviluppo delle tecniche di inertizzazione/vetrificazione, constatando che allo stato attuale non esistono sul territorio nazionale impianti operativi di tale tipologia.



**Tabella 1 - Layout generale di impianto**

## 4 Risultati attesi

Scopo principale del progetto è quello di ottenere importanti dati progettuali e tecnologie adeguate allo scopo di realizzare il primo impianto pilota mobile a microonde per il trattamento dei rifiuti di amianto.

Allo stato dell'arte sono noti pochi esempi di utilizzo di forni a microonde per la realizzazione di processi di inertizzazione a caldo di rifiuti di amianto e nessuno di questi è operativo su scala industriale. I pochi brevetti esistenti riguardano adattamenti di forni a microonde per settore ceramico, adattamenti realizzati con aggiunta di tecnologie pesanti e difficili da gestire, quali in particolare l'uso di mulini a mascelle e a coltelli per frantumare il rifiuto prima del trattamento.

Il metodo che si viene a realizzare mediante il progetto è completamente diverso, perché non ci sarà alcuna manipolazione del rifiuto in ingresso, non sono noti esempi di utilizzo delle torce al plasma per la post combustione di reflui gassosi da forni, in quanto finora sono state usate solo sperimentalmente per trattare aria inquinata da solventi o da VOC.

Il progetto ha quindi una doppia valenza: la possibilità di testare sperimentalmente il processo di post combustione al plasma su reflui gassosi da forni di trattamento e di poter collezionare i dati ingegneristici per poter realizzare sistemi di trattamento di gas mediante plasma al fine di realizzare il sistema pilota finale.

Infine, non sono noti processi a larga scala di recupero di scorie industriali come mezzi sequestranti la CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, a parte i processi di laboratorio che sono attualmente gestiti con lo scopo di captare la sola CO<sub>2</sub>, ma nessuno di questi è realmente attuato industrialmente. In questo progetto verrebbe sviluppato e testato un metodo economico e innovativo di gestione delle scorie di trattamento che altrimenti dovrebbero finire in discarica, finalizzato a non introdurre in atmosfera reflui gassosi.

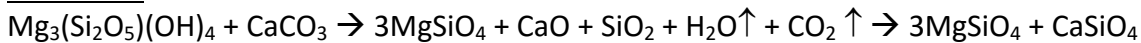
I risultati attesi nello specifico sono i seguenti:

- Sviluppo di un sistema di inertizzazione dell'amianto tramite microonde
- Sviluppo di un sistema di post-combustione dei gas di emissione da forno, mediante tecnica al plasma innescato da microonde e/o RF.
- Sviluppo di un sistema per il recupero e il riuso delle scorie di trattamento termico come mezzi filtranti le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.

## 5 Approccio Sperimentale

I materiali contenenti amianto vengono facilmente destrutturati dalla temperatura: a 650-700°C inizia la dissociazione e fuga della CO<sub>2</sub> dalle frazioni carbonatiche presenti nei rifiuti, determinandone la frantumazione. Più o meno alla stessa temperatura termina la dissociazione dell'ossidrile dal crisotilo: il silicato di magnesio residuo risulta estremamente reattivo, reagendo immediatamente con l'ossido di calcio risultante dalla dissociazione della CO<sub>2</sub>, presente nella miscela:

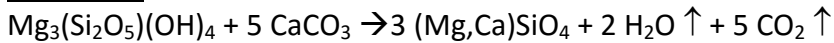
700- 900°C



Si forma così silicato di magnesio (olivina) e silicato di calcio (larnite) e si libera acqua e CO<sub>2</sub>.

Una seconda possibilità di reazione per il crisotilo è la seguente:

700- 900°C



In questo caso si forma un silicato di calcio e magnesio (diopside, pirosseno) oltre a vapore d'acqua e CO<sub>2</sub>.

Se l'amianto prevalente è di anfibolo, la reazione che si ottiene è diversa:

700- 900°C



Le prove di trattamento mostrano la formazione di larnite, silicato di calcio CaSiO<sub>4</sub> e diopside, silicato di calcio e magnesio (MgCa)SiO<sub>4</sub>, ossido di calcio e alluminio Ca<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e residui di ossido di calcio CaO che porta ad una elevata alcalinità del materiale finale.

I materiali in vinile mostrano invece una reattività diversa e determinano problemi di natura differente.

Il linoleum è il materiale più problematico da trattare, sia per l'elevato tenore in cloro presente, sia per l'elevata esotermicità della reazione, che porta alla combustione iniziale, con forte sviluppo di fumi e polveri. Durante il trattamento il materiale gassifica, a partire dai 250°C producendo ossido di carbonio,olefine e olefine condensate arrivando a formare composti aromatici con diversi gradi di clorurazione quindi già a 300°C tende a generare acido cloridrico, perdendo il cloro che è contenuto nel PVC. Ora, essendo il PVC almeno il 60 % in peso del linoleum ed essendo il cloro presente al 50 %<sub>p/p</sub> nel PVC, avremo un 30 %<sub>p/p</sub> di cloro il contenuto nel linoleum, che corrisponde al 30 % in peso del rifiuto trasformato in acido cloridrico e ciò determina la corrosione delle pareti del forno e la rapida distruzione di tutti i costituenti metallici presenti, durante il raffreddamento dei fumi, tra il processo e il punto di emissione in atmosfera.. Durante i test, i fumi, raffreddati prima del passaggio attraverso lo scrubber, generavano una condensa che ha mostrato un pH di 1.1, quindi estremamente acido.

In tutta questa tematica, la tecnologia a microonde semplifica le operazioni di trattamento, in quanto lo rende più veloce ed efficiente, in quanto consuma meno energia dei forni tradizionali e si presta ad essere usato in sistemi trasportabili in cantiere.

Nel forno a microonde usato per elevare la temperatura al disopra dei ( 700-900)°C si deve convertire il flusso elettromagnetico in calore, utilizzando dei materiali che hanno la funzione di dipoli nei quali le correnti parassite indotte dalle microonde si convertono in calore.

Nel forno individuato in mercato, il crogiolo stesso ha la funzione di convertire le microonde in calore, permettendo così di raggiungere temperature prossime alla fusione dell'allumina (circa 1700°C). Il crogiolo, altresì, è l'elemento critico del sistema; esso è costituito da un anello di

allumina sinterizzata che contiene un crogiolo mobile in carburo di silicio per la cattura e conversione in calore delle microonde.

E' inoltre atteso che tale sistema è facilmente scalabile a livello industriale.

## 5.1 Sistema di Monitoraggio delle emissioni

Nel corso del progetto verranno valutate le emissioni di fibre e di particolato attraverso il campionamento e le successive determinazioni ponderali e in SEM (microscopia elettronica a scansione). Il treno di campionamento delle polveri sarà allestito in accordo con il metodo per il campionamento e la determinazione dei metalli in emissione (UNI EN 14385) che saranno determinati applicando uno spettrometro di massa accoppiato a un plasma induttivo (ICP-MS). Saranno altresì valutate le emissioni di nano particelle che possono generarsi nei processi di degradazione termica dei materiali organici e per evaporazione e successiva condensazione dei materiali inerti, processi spesso favoriti dalla presenza di alogenuri. All'uopo verranno impiegati un sistema di estrazione dei fumi basato sulla termo diluizione e un sistema di determinazione denominato SMPS per la misura della distribuzione dimensionale degli aerosol nella gamma di dimensioni da 10 nm a 1000 nm.

L'SMPS permette di identificare le particelle con un classificatore elettrostatico e la loro concentrazione sarà misurata con un contatore di particelle a condensazione (CPC).

Poiché il trattamento termico dei rifiuti nel processo in oggetto, come in altri processi di smaltimento termico, è un processo non istantaneo, accade che durante le fasi iniziali di riscaldamento dei rifiuti si vengano a generare dei prodotti di combustione incompleta (PICs) costituiti da idrocarburi più o meno reattivi. Questi composti non vengono completamente ossidati a causa delle basse temperature e reagiscono per formare altri composti, fino alla generazione di composti denominati composti semivolatili a cui appartengono le classi dei composti tossici sopra definiti POPs. A tal proposito verranno valutate le emissioni dei Composti Organici Volatili (VOC) andando a considerare l'emissione totale attraverso l'impiego di un detector a ionizzazione di fiamma (FID) e caratterizzando i singoli VOC attraverso un campionamento/arricchimento su trappole adsorbenti e successive analisi per termodesorbimento, separazione Gascromatografica e determinazione in spettrometria di Massa (TD-GC/MS).

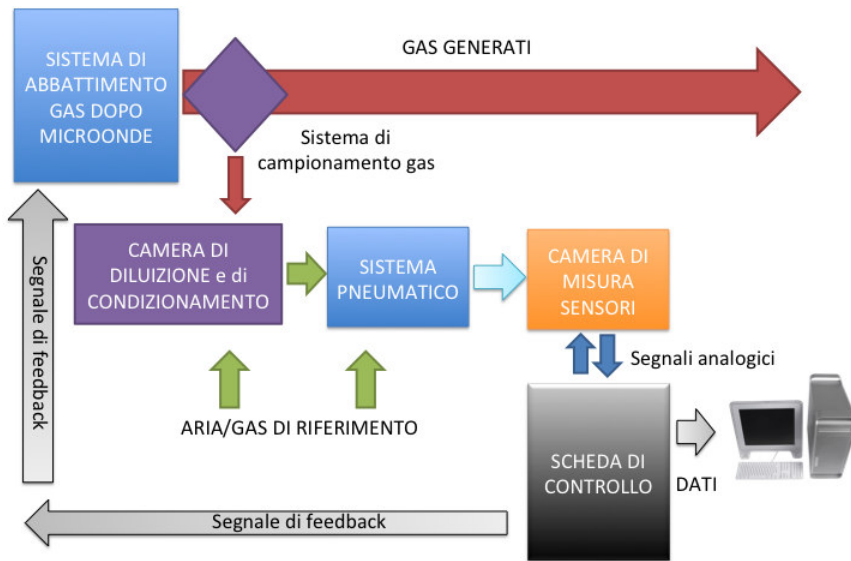
## 5.2 Sensoristica avanzata per il monitoraggio

Un sistema per il monitoraggio in continuo delle emissioni è un sistema complesso, molto costoso, ingombrante ed energivoro se applicato ad un impianto mobile.

Per poter produrre un impianto di smaltimento mobile di rifiuti di amianto è di fondamentale importanza sviluppare sistemi alternativi ma comunque efficienti.

A tal proposito l'attività del CNR-IIA sarà rivolta alla progettazione ed alla realizzazione di un sistema pilota multisensoriale e multiparametrico basato su un array di sensori altamente sensibili (ppb) ai gas emessi in seguito al processo di abbattimento dell'amianto e dei gas prodotti. Tale

dispositivo, progettato per avere bassi costi e bassi consumi energetici, dovrà essere inserito a valle dei sistemi di abbattimento per monitorare, sia in situ che in remoto, il livello dei potenziali gas residui risultanti dal processo ed immessi nell'atmosfera.



Il sistema sperimentale utilizzerà sensori di tipo; elettrochimico, ad ossidi metallici e a membrane organiche, quest'ultimi ove consentito. Queste tipologie di sensori sono generalmente a basso costo, di piccole dimensioni e con consumi relativamente ridotti. Caratteristiche che permetteranno di realizzare

un sistema di monitoraggio con costi contenuti e ingombri ridotti. Ciò consentirà il suo uso in altri punti della catena del processo di trattamento/smaltimento. Inoltre rispetto ai sistemi di tipo analitico standard, potrà essere installato in minor tempo e senza costosi apparati di calibrazione, abbattendo quindi i costi generali.

La sua innata flessibilità strutturale (architettura ad array di sensori) faciliterà eventuali upgrade che lo renderanno appetibile per altre applicazioni (es. monitoraggio ambientale). Particolare attenzione sarà rivolta alle unità di campionamento della miscela da analizzare da estrarre a valle della sistema di abbattimento dopo il forno a microonde. Difatti lo stream di gas sarà ad alta temperatura o temperatura-variante, quindi il sistema di campionamento dovrà stabilizzare le condizioni di misura ottimizzandole per il tipo di array sensoriale preposto alla misura. L'utilizzo di logiche programmabili nella scheda come sistema di controllo garantirà maggiore flessibilità nella fase di visualizzazione e gestione dei dati di misura. In questo caso sarà possibile generare un segnale/i di feedback verso le varie unità della catena di processo in modo da ridurre i consumi energetici o ottimizzare la resa. In fine sarà sviluppato un software adhoc per mostrare, su schermo, gli output del sistema di misura (es. concentrazioni, temperature, etc...) consentendo, se necessario, l'inserimento di soglie di allarme programmabili.

### 5.3 Sistema di abbattimento delle emissioni nocive

In letteratura sono ormai noti tanti esempi di applicazione delle torce al plasma indotto da microonde. In generale il design di queste è basato su uno schema a blocchi ormai classico

- un generatore di microonde a 2450 MHz
- un tubo di quarzo dove viene iniettato il gas da trattare, posto all'interno di una guida d'onda che trasporta il flusso di microonde
- un iniettore a scintilla per innescare la ionizzazione



L'idea si basa sull'impiego di una unità chiusa e mobile, dotata di un generatore separato a RF che innesca un plasma basato sull'aria che deriva dal trattamento dei materiali con amianto; l'aria verrà portata a temperature superiori a quelle necessarie per dissociare le molecole più complesse, quali diossine, furani, PCB, IPA e composti alogenati. Tali sostanze verranno scomposte e i prodotti di scomposizione più semplici, quali soprattutto  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{CO}$  verranno successivamente trattati nel modulo successivo di abbattimento dei gas

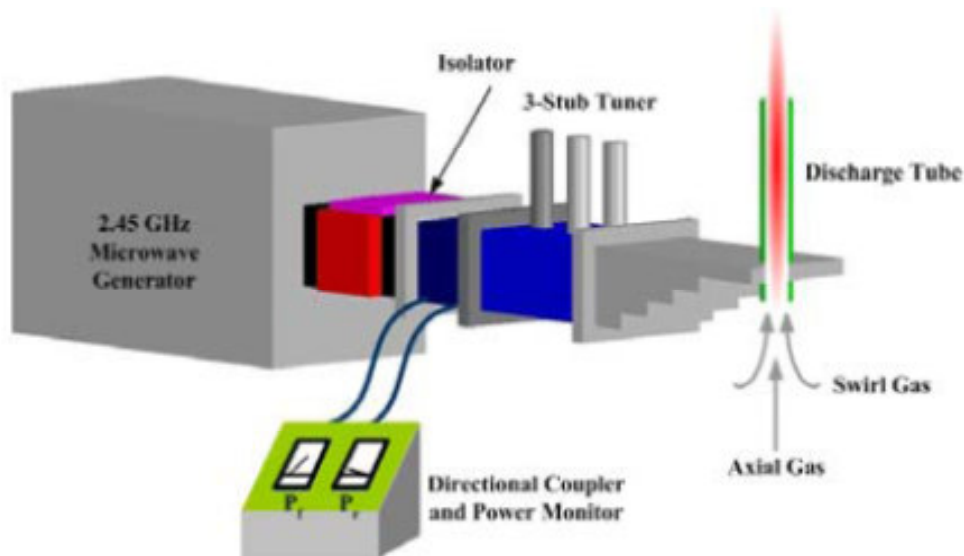
Lo schema che è stato descritto è semplice nella sua realizzazione e costituirà un elemento a parte da utilizzare a valle del trattamento come unità di trattamento aria separato.

Un'elevata tensione di innesco verrà fornita all'apice del tubo di quarzo, dove viene innescato il plasma. In alternativa, possiamo immaginare l'innesco dato da una normale bobina alimentata a radiofrequenza, del tipo impiegato nei sistemi di analisi dei metalli in emissione ICP.

L'innesco genererà una bolla di plasma che auto-sosterrà il successivo regime di lavoro.

Verranno altresì presi in considerazione altri metodi di trattamento dei volumi di gas che verranno prodotti durante il trattamento dei rifiuti allo scopo di confrontare il sistema al plasma con metodi alternativi.

Questa fase dello studio (II fase) permetterà di realizzare un primo prototipo funzionante di post combustore per l'impianto sperimentale.



**Figura 1 schema generale trattamento gas a microonde (Han et al. 2010)**

## 6 Attività

Il progetto si suddivide in differenti attività che saranno sviluppate e controllate al fine di garantire il pieno rispetto delle tempistiche e la riuscita dei risultati attesi, nello specifico si prevede di :

### Attività 1: Identificazione tecnologia e avviamento sperimentazione

Task 1.1 Analisi di letteratura scientifica

Task 1.2 Analisi normativa filiera di inertizzazione

Task 1.3 Individuazione della tecnologia idonea per l'inertizzazione (Analisi basata su: Costo-efficacia tecnologia, valutazione consumi energetici, valutazione preliminare stato del materiale trattato e suo possibile utilizzo)

Task 1.4 Definizione degli accordi con aziende per esecuzione della sperimentazione

### Attività 2: Sperimentazione

Task 2.1 Acquisizione della tecnologia e avviamento attività di testing

Task 2.2 definizione fasi di inertizzazione (caricamento, inertizzazione, scarico e trasporto)

Task 2.3 Esecuzione dei test sperimentali FASE 1 (inertizzazione e analisi di laboratorio)

Task 2.4 Analisi delle emissioni del sistema di inertizzazione

Task 2.5 Progettazione e realizzazione sistema di abbattimento

Task 2.6 Esecuzione dei test sperimentali FASE 2

Task 2.7 Definizione layout definitivo impianto

### Attività 3: Definizione della filiera di inertizzazione e generalizzazione del processo su scala industriale

Task 3.1 Progettazione della filiera di inertizzazione (raccolta, trasporto, trattamento, conferimento o utilizzo)

Task 3.2 Analisi Energetica, Ambientale

Task 3.3 Generalizzazione del processo e progettazione della filiera di inertizzazione

Task 3.4 Simulazione del processo su un sito noto

Task 3.5 Analisi costi benefici

Task 3.6 Comunicazione e diffusione dei risultati

## 7 Gantt

Attività	Task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
<u>Identificazione tecnologia e avviamento sperimentazione</u>	Task 1.1 Analisi di letteratura scientifica																								
	Task 1.2 Analisi normativa filiera di inertizzazione																								
	Task 1.3 Individuazione della tecnologia idonea per l'inertizzazione (Costo-efficacia tecnologia, valutazione consumi energetici, valutazione preliminare stato del materiale trattato e suo possibile utilizzo)																								
	Task 1.4 Definizione degli accordi con aziende per esecuzione della sperimentazione																								

Attività	Task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
<u>Sperimentazione</u>	Task 2.1 Acquisizione della tecnologia e avviamento attività di testing																								
	Task 2.2 definizione fasi di inertizzazione (caricamento, inertizzazione, scarico e trasporto)																								
	Task 2.3 Esecuzione dei test sperimentali FASE 1 (inertizzazione e analisi di laboratorio)																								
	Task 2.4 Analisi delle emissioni del sistema di inertizzazione																								
	Task 2.5 Progettazione e realizzazione sistema di abbattimento																								
	Task 2.6 Esecuzione dei test sperimentali FASE 2																								
	Task 2.7 Definizione layout definitivo impianto																								

Attività	Task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	
Definizione della filiera di inertizzazione e generalizzazione del processo su scala industriale	Task 3.1 Progettazione della filiera di inertizzazione (raccolta, trasporto, trattamento, conferimento o utilizzo)																									
	Task 3.2 Analisi Energetica, Ambientale																									
	Task 3.3 Generalizzazione del processo e progettazione della filiera di inertizzazione																									
	Task 3.4 Simulazione del processo su un sito noto																									
	Task 3.5 Analisi costi benefici																									
	Task 3.6 Comunicazione e diffusione dei risultati																									

## 8 Rimborso spese delle attività

Per la realizzazione delle attività sopra indicate si stima un costo complessivo pari a 312.000 € comprensivo oltre che alle spese per il personale e le missioni, anche delle spese per acquisto delle strumentazioni, esecuzioni delle misure e delle spese generali.

In tabella si riporta la suddivisione delle quote a carico delle parti per le diverse attività.

Attività	Quota a carico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare	Quota a carico del CNR -IIA	Totale Progetto
1. Identificazione tecnologia e avviamento sperimentazione	40.000 €	12.000 €	52.000 €
2: Sperimentazione	140.000 €	42.000 €	182.000 €
3: Definizione della filiera di inertizzazione e generalizzazione del processo su scala industriale	60.000 €	18.000 €	78.000 €
	240.000 €	72.000 €	312.000 €

## Allegato II

### Scheda rimborso spese biennale del Progetto

Attività	Quota a carico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare	Quota a carico del CNR -IIA	Totale Progetto
1. Identificazione tecnologia e avviamento sperimentazione	40.000 €	12.000 €	52.000 €
2: Sperimentazione	140.000 €	42.000 €	182.000 €
3: Definizione della filiera di inertizzazione e generalizzazione del processo su scala industriale	60.000 €	18.000 €	78.000 €
<b>Totale (incluse spese generali*)</b>	<b>240.000 €</b>	<b>72.000 €</b>	<b>312.000 €</b>

\*Le spese generali per il CNR sono regolamentate con la circolare CNR n. 20/1997, prot. n. 064346 del 10 luglio 1997, che prevede l'applicazione di una percentuale fissa del 25% sull'importo totale (impiego di personale, apparecchiature, materiale di consumo, ecc.) da rimborsare. In considerazione della particolarità dell'accordo l'Istituto riterrà assorbita una quota pari al 10% di spese generali nella quota a carico del CNR stesso. Pertanto i costi sono da considerarsi comprensive della percentuale ridotta al 15% di spese generali, che verranno riportate come percentuale fissa.

## ALLEGATO III

### **Modalità di rimborso**

L'importo massimo complessivo del rimborso spese riconosciuto al CNR è rispettivamente pari ad **€ 240.000,00** (duecentoquarantamila/00)

In considerazione della natura giuridica dell'Accordo, stipulato ai sensi dell'articolo 15 della legge 7 agosto 1990, n. 241 e s.m.i., per lo svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune, al fine di ottenere il rimborso delle spese sostenute verrà presentata contestualmente ai vari prodotti, con cadenza semestrale, una notula di rimborso spese corredata dalla relativa rendicontazione e documentazione contabile. Quest'ultima comprenderà anche le spese relative alle missioni e all'acquisto di strumenti di misura.

La rendicontazione fornita dal CNR verrà accompagnata, dalle certificazioni del Direttore dell'Istituto, così come di seguito specificato relativamente alle risorse umane equivalenti associate ai singoli prodotti ed alle eventuali missioni e spese sostenute per l'acquisto di strumenti..

### **Consegna dei prodotti**

La consegna dei prodotti avverrà con cadenza semestrale e sarà vincolata a quanto previsto dall'articolo 5, comma 3 del presente Accordo. La consegna dei prodotti, stante il reciproco interesse, può anche avvenire anticipatamente, qualora le condizioni lo rendessero possibile. Le eventuali variazioni delle tempistiche o gli eventuali frazionamenti dei prodotti potranno essere concordate con il Ministero sentito il Direttivo di coordinamento.

### **Quotazione dei prodotti**

Il CNR condurrà una previsione dei costi necessari per lo svolgimento delle attività oggetto di rimborso solo dopo che il Ministero, acquisita la segnalazione del Direttivo sulla base della programmazione delle attività oggetto di rimborso, si pronuncia in merito all'avvio delle stesse, così come previsto dall'art. 3, comma 3 dell'Accordo. Tale quotazione, comprensiva di spese generali, risorse umane equivalenti e missioni, dovrà comunque essere approvata e valutata in sede di Direttivo di coordinamento.

### **Spese generali**

Le spese generali per il CNR sono regolamentate con la circolare CNR n. 20/1997, prot. n. 064346 del 10 luglio 1997, che prevede l'applicazione di una percentuale fissa del 25% sull'importo totale (impiego di personale, apparecchiature, materiale di consumo, ecc.) da rimborsare. In considerazione della particolarità dell'accordo l'Istituto riterrà assorbita una quota pari al 10% di spese generali nella quota a carico del CNR stesso.

Pertanto le quotazioni dei prodotti sono da considerarsi comprensive della percentuale ridotta al 15% di spese generali, che verranno riportate come percentuale fissa.



### **Risorse umane equivalenti / prodotti**

I prodotti sono parametrati principalmente alle risorse umane equivalenti, e prendono a riferimento il costo del personale stabilito rispettivamente dalla Circolare CNR n. 20/1997.

Nella richiesta di rimborso verrà quindi riportata la certificazione a firma del Direttore dell'Istituto contenente il monte ore per singola figura professionale per ciascuna attività richiesta.

### **Missioni**

Nella richiesta di rimborso verrà riportata la certificazione a firma del Direttore dell'Istituto, corredata dai relativi mandati di pagamento, contenente data, durata, luogo, rimborso, oggetto della missione pertinente con le attività dell'Accordo, nominativo del personale incaricato.

### **Acquisto strumentazioni, allestimento laboratori e misurazioni**

Per i rimborsi delle eventuali spese connesse all'acquisto di strumenti di misura, all'allestimento di laboratori etc. si provvederà ad indicare in maniera analitica i costi sostenuti corredata della relativa documentazione economico finanziaria.