


OGGETTO	IMPIANTO SPERIMENTALE DI TRASFORMAZIONE MANUFATTI IN CEMENTO AMIANTO
COMUNE PROVINCIA REGIONE	COMUNE DI CAVALLINO PROVINCIA DI LECCE REGIONE PUGLIA
LOCALITÀ	ZONA P.I.P. - Via B. A. D'Aragona n.5

	ELABORATO:	R_00
	TITOLO:	RELAZIONE TECNICA Integrazioni a nota del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. m_ante.CTVA.REGISTRO UFFICIALE.U.0003211.06-10-2017
	SCALA:	

PROGETTAZIONE:

 **GEOAMBIENTE**
SRL
Via Beatrice Acquaviva D'Aragona n.5
73020 - Cavallino (LE)
Ing. Daniele Calò
Ordine degli Ingegneri di Lecce n.3246

ARKE'
INGEGNERIA s.r.l.
Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari

Prof. Ing. Alberto Ferruccio Piccinni
Ordine degli Ingegneri di Bari n.7288

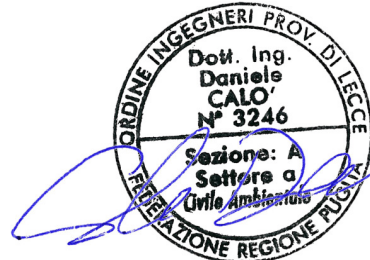
Dott. Ing. Gioacchino Angarano
Ordine degli Ingegneri di Bari n.5970

CONSULENZA:

Prof. Norberto Roveri
norberto.roveri@unibo.it

Ing. Alfredo Lucio Cappello
alfredo.cappello@outlook.it

Prof. Geol. Giuseppe Cesario Calò
Ordine dei Geologi di Puglia n.148



DATA	REV	ELABORATO DA	APPROVATO DA
Ottobre 2017	01	GEOAMBIENTE S.r.l.	Dott. G. Calò

Elaborato:

PROPRIETÀ E DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI
LA RIPRODUZIONE È VIETATA SENZA ESPLICITA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

**IMPIANTO PILOTA:
PROTOTIPO SPERIMENTALE DIMOSTRATIVO DI UN
IMPIANTO DI TRATTAMENTO PER MANUFATTI IN
CEMENTO-AMIANTO**

RELAZIONE TECNICA

Integrazioni a nota del
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
prot. m_amte.CTVA.REGISTRO UFFICIALE.U.0003211.06-10-2017

Indice

- Premessa_____ pag. 3
- Generalità sull'amianto_____ pag. 5
- Il siero di latte esausto e le sue problematiche_____ pag. 7
- Generalità sul processo di trattamento_____ pag. 9
 - Struttura ed articolazione del processo_____ pag. 9
 - Fase di decarbonatazione_____ pag. 10
 - Fase idrotermica_____ pag. 11
 - Prodotti finali e loro destinazione_____ pag. 12
- Descrizione del prototipo sperimentale_____ pag. 13
 - Potenzialità di trattamento e durata della sperimentazione__ pag. 13
 - Localizzazione dell'impianto pilota_____ pag. 13
 - Attività del processo svolte in situ_____ pag. 14
 - Locali adibiti alla sperimentazione_____ pag. 15
 - Approvvigionamento e stoccaggio materiali_____ pag. 20
 - Polverizzazione MCA_____ pag. 26
 - Diagramma di flusso del processo_____ pag. 29
 - Miscelazione siero di latte-polvere di cemento amianto____ pag. 31
 - Fase di decarbonatazione in reattore freddo_____ pag. 32
 - Fase idrotermica in reattore caldo_____ pag. 33
 - Fase di decantazione, filtrazione ed analisi_____ pag. 35
 - Gestione delle emergenze_____ pag. 36
 - Monitoraggio aria_____ pag. 39
 - Gestione finale dei rifiuti_____ pag. 39
 - Gestione del rischio chimico_____ pag. 40
 - Conclusioni_____ pag. 42

PREMESSA

La società Project Resource Asbestos s.r.l. intende realizzare un impianto destinato alla trasformazione dei manufatti in cemento amianto mediante applicazione di un metodo di trattamento ideato e messo a punto dal LEBSC (Laboratorio di Strutturistica Chimica Ambientale e Biologica) operante presso il Dipartimento di Chimica "G. Ciamician" dell'Università di Bologna e diretto dal Prof. Norberto Roveri.

Il processo per decomporre le fibre di amianto (principalmente crisotilo), contenute all'interno dei manufatti in cemento-amianto, è stato brevettato da Chemical Center S.r.l. (Numero domanda: MI2010A001443) e prevede di utilizzare consistenti quantità di siero di latte esausto, avente un pH acido (fino a 3 se esposto a temperature superiori 25°C), necessario per decomporre a temperatura ambiente la matrice cementizia, costituente circa l'85% in peso e liberare le fibre di amianto (circa 15%) in essa inglobate. Le fibre vengono poi decomposte in ioni Magnesio, Calcio, Manganese, Nichel, Ferro, silicati e fosfati, utilizzando altre quantità di siero di latte esausto in un processo idrotermale chiuso a 150-180 °C e 6-10 atm di pressione.

L' impianto pilota proposto, per sua stessa definizione, mira alla ingegnerizzazione del processo di trattamento del rifiuto e, dunque, alla realizzazione di un prototipo d'impianto in scala e non già alla conduzione di un processo industriale produttivo finito.

Le attività di sperimentazione su scala di laboratorio e su scala dell'impianto pilota, e l'elaborazione dei risultati conseguiti ai fini del trasferimento di scala (*scale-up*) saranno centrali e fondamentali, anche in senso economico, nelle tappe dello sviluppo di un futuro processo industriale. Il passaggio dalla fase di laboratorio a quella industriale prevede un passaggio intermedio (impianti pilota) per minimizzare il rischio del passaggio di scala, ma investendo in risorse economiche, umane e di tempo per la messa a punto del processo. La scelta aziendale di seguire la strada di un impianto pilota di prova trova fondamento nel voler evitare progettazioni impiantistiche industriali a priori bensì basarle su risultati di prove più attendibili.

Si precisa fin d'ora l'impianto avrà una potenzialità massima limitata, al max 20 kg/giorno e che il processo non comporta dispersione di fibre di amianto in aria, poiché le fasi di processo avvengono sempre in reattori ermetici inseriti in una area

protetta, chiusa ed in costante depressione con in convogliamento delle fibre in dei filtri assoluti.

Il processo di recupero del rifiuto proposto dalla P.R.A. s.r.l. nell'ottica di cui all'art. 179, comma 1, D.Lgs n. 152/06 (Criteri di priorità nella gestione dei rifiuti) è una procedura innovativa che prevede il recupero dei materiali contenenti amianto, relegandone lo smaltimento a mera fase residuale.

E' utile inoltre chiarire che analoghe tipologie di impianto sono già presenti nel territorio europeo ed italiano, finanche la Regione Puglia li richiama nel "Piano regionale definitivo di protezione dell'ambiente, decontaminazione, smaltimento e bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto in Puglia 2014-2023" pubblicato il Febbraio 2015 dal quale si riporta la seguente tabella:

TRATTAMENTI DEI MCA MEDIANTE VETRIFICAZIONE PER FUSIONE				
Processo	Tipo	Brevetto	Tipo d'installazione	Stadio d'avanzamento
INERTAM (FRA)	plasma	Inertam	fissa	operativo
TERCA (ITA)	plasma	ENEL	fissa	pilota
C.S.M. – ENEA (ITA)	plasma	C.S.M.-ENEA	mobile	pilota
VERULTIM (FRA)	Statico a gas	D.n. 9603144	fissa	studio di fattibilità
MVP-VERT (G.B.)	Statico a gas +fondenti	VERT	fissa / mobile	pilota
VITRIFIX (G.B.)	Elettrico Verrier+NaOH	EP0145350A2	fissa / mobile	pilota
CEA (FRA)	Induzione+ borace	FR2668-726	fissa / mobile	laboratorio
DEFI-SYSTEMES (FRA)	Alta frequenza	D.n.9607262	fissa / mobile	pilota
I.N.P.G. ENTERPRISE (FRA)	induzione	I.N.P.G. (Grenoble)	fissa / mobile	pilota
ENEA (ITA)	Elettrico+ fondenti	ENEA	fissa	laboratorio
ENEL (ITA)	Rotativo a gas+fondente	MI98A002194	fissa	Testato su impianto industriale - trasferibile
C.S.M. (Produzione di lana di roccia) (ITA)	Statico+ aggiunte	C.S.M.	fissa	pilota
LITIFICAZIONE (ITA)	Statico	C.S.M.	fissa	laboratorio
VETROCERAMIZZAZIONE (ITA)	Statico+ additivi	EP0696553A1	fissa / mobile	laboratorio

Sempre nel suddetto piano della Regione Puglia si sostiene che "in Italia esistono alcuni impianti di prototipo di inertizzazione dell'amianto. Si tratta di sperimentazione che prevedono cicli di trattamento limitati nelle quantità con monitoraggi continui che analizzano diversi parametri tesi a determinare l'effettiva inertizzazione del materiale, nonché le eventuali ricadute sull'ambiente circostante".

GENERALITÀ SULL'AMIANTO

Con il termine “amianto” si indica un vasto gruppo di minerali a struttura fibrosa appartenenti alla classe dei silicati e classificabili nelle serie mineralogiche dei “serpentini” e degli “anfiboli”. Tra le fasi mineralogiche più diffuse, ricadenti nella definizione di “amianto”, si possono citare:

- Crisotilo $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
- Amosite $(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$
- Crocidolite $Na_2(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH,F)_2$
- Tremolite $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$
- Actinolite $Ca_2(Mg_{4.5-2.5}Fe^{2+}_{0.5-2.5})Si_8O_{22}(OH)_2$
- Antofillite $Mg_2Fe_5Si_8O_{22}(OH)_2$

I silicati sopra citati presentano un elevato potenziale cancerogeno, poiché, se respirati e inalati, a causa delle micrometriche dimensioni delle fibre, possono penetrare profondamente nell'apparato respiratorio, fino all'interno degli alveoli polmonari, danneggiando i tessuti fino al punto da provocare l'insorgenza di gravi patologie quali l'asbestosi, i carcinomi polmonari e il mesotelioma pleurico.

Tuttavia, prima che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ratificasse l'esito delle ricerche epidemiologiche che dimostravano la pericolosità ed il potenziale cancerogeno dell'amianto e che lo stesso venisse conseguentemente messo al bando, questo materiale era ormai stato oggetto di un elevato e diffuso impiego industriale per le sue peculiari caratteristiche tecniche di resistenza termica, potere isolante e inerzia chimica.

Una grande varietà e quantità di manufatti in cemento-amianto era stata quindi prodotta, commercializzata ed utilizzata per la realizzazione di coperture, serbatoi, tubazioni e altri manufatti, tuttora abbondantemente presenti e diffusi in tutto il territorio nazionale italiano e regionale Pugliese.

Allo stato attuale, per la messa in sicurezza dei manufatti in cemento-amianto si utilizzano le tecniche di “incapsulamento” che impediscono la aerodispersione di fibre nell'ambiente circostante oppure la “rimozione” totale con smaltimento dei manufatti in discarica di rifiuti speciali non pericolosi e/o pericolosi.

In alternativa allo smaltimento in discarica, si potrebbe prediligere i trattamenti chimico-fisici che prevedono inertizzazione chimica, inertizzazione fisica, ceramificazione o vetrificazione. Tuttavia, in Italia il conferimento in discarica è attualmente il metodo di smaltimento più economico e di gran lunga più utilizzato, in quanto gli impianti di trattamento chimico-fisico in esercizio sono pochissimi e risultano localizzati prevalentemente all'estero.

Il presente progetto di impianto pilota illustra un metodo di trattamento innovativo che produce la completa trasformazione chimica, morfologica e strutturale dell'amianto, il quale viene decomposto a livello molecolare in composti inorganici inerti e privi di tossicità.

Il metodo di trattamento di seguito descritto si pone in alternativa ai sistemi di smaltimento tradizionali dell'amianto (discarica) e pone le basi per un approccio innovativo nei confronti della gestione e del possibile riutilizzo di questo tipo di materiali (recupero).

IL SIERO DI LATTE ESAUSTO E LE SUE PROBLEMATICHE

Il processo di trattamento messo a punto dal LEBSC dell'Università di Bologna presenta delle potenzialità applicative di rilevante importanza, in quanto affronta e risolve ben due diverse e distinte problematiche, ovvero lo smaltimento in sicurezza di:

- RCA (Rifiuti contenenti amianto)
- Siero di latte esausto.

Il siero di latte esausto è un refluo generato in notevoli quantità dai processi industriali di tipo caseario, stimato a circa l'80% dei quantitativi di latte sottoposti a lavorazione.

Il siero di latte è sostanzialmente privo di agenti tossici, ma a causa del suo elevato contenuto organico (parte III° allegato 5 del D.Lgs. 152/06) non può essere scaricato direttamente in acque superficiali, su suolo, nei corpi idrici o in fognatura. I parametri organici non risultano semplice da trattare negli impianti di depurazione comunali o consortili per via delle sostanze poco degradabili in esso contenute, infatti, il siero è un liquido contenente tutti gli elementi solubili del latte quali il lattosio, le sieroproteine e i sali solubili (fosforo, sodio, calcio, potassio, ecc..).

Un frequente e poco costoso riutilizzo del siero di latte è come ingrediente per la preparazione di mangimi per animali da allevamento, soprattutto suini.

Tuttavia, la contrazione del settore zootecnico nell'area geografica leccese ed il contestuale sviluppo dell'industria casearia, hanno portato ad un notevole squilibrio attuale del rapporto tra domanda e offerta. Inoltre, nel meridione d'Italia, ove la presenza e la dimensione del settore zootecnico è inferiore rispetto alla media nazionale, il siero di latte non trova un grande impiego zootecnico e pertanto il suo smaltimento deve essere effettuato secondo quanto previsto dalle normative ambientali.

Quando non è recuperabile, il siero di latte è considerato dalla normativa vigente come un rifiuto speciale non pericoloso e in tal caso le aziende produttrici sono obbligate a gestirlo in conformità alle disposizioni legislative che regolamentano le attività di smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, nella situazione attuale, le strutture

depurative dedicate al trattamento del siero di latte scarseggiano o non funzionano secondo le aspettative, per cui lo smaltimento di questo sottoprodotto sta cominciando a diventare un serio problema per l'industria casearia. In assenza di impianti ricettori adeguati, il siero è stato occasionalmente disperso nell'ambiente, determinando situazioni di grave inquinamento o addirittura immesso nelle reti fognarie, creando seri problemi all'attività di funzionamento degli impianti di depurazione dei reflui urbani.

Si comprende quindi come la possibilità di un suo riutilizzo nell'ambito di processi industriali finalizzati all'inertizzazione dei RCA possa costituire un'importante valvola di sfogo in grado di fornire un aiuto concreto e significativo al settore caseario.

GENERALITÀ SUL PROCESSO DI TRATTAMENTO

Il processo di trattamento proposto produce una trasformazione molecolare dell'amianto ed è stato brevettato dai ricercatori del Dipartimento di Chimica dell'Università di Bologna¹. Lo schema di processo e le sue possibili future applicazioni su scala industriale sono state recentemente presentate ed illustrate all'edizione della Fiera del Levante del 2015, al Convegno dell'ONA dal titolo "*La bonifica amianto: un'economia che nasce un territorio che risorge*", tenutosi a Bari l'11 luglio 2015 ed a Roma presso la Camera dei Deputati, il 17 ottobre 2016.

Struttura e articolazione del processo

Il processo sfrutta, nella sua fase iniziale, le proprietà acide del siero di latte esausto di aggredire e decomporre a temperatura ambiente la matrice cementizia dell'eternit. Le fibre di amianto liberate dalla decomposizione dalla matrice cementizia vengono quindi fatte reagire a temperature moderatamente alte (circa 150 °C) con altro siero di latte in reattore chiuso, a pressione compresa tra 6-10 bar, che completano il processo di trasformazione molecolare dell'amianto.

Il processo si articola operativamente nelle seguenti fasi:

1. **Triturazione fine** (0,5 - 1 mm) dei rifiuti contenenti amianto (nel seguito indicati con la sigla RCA) in ambiente rigorosamente confinato;
2. Trasferimento dei RCA tritati in reattori ermetici in cui viene immesso del siero di latte esausto in proporzioni pari complessivamente a circa 7 litri di siero per kg di RCA (con proporzione di 3,5:1, nella *fase di decarbonatazione* e di 3,5:1 nella *fase idrotermale*);
3. **Fase di decomposizione (decarbonatazione)** in siero di latte della matrice cementizia dei RCA della durata di circa 30-60 minuti a temperatura ambiente con produzione di CO₂;
4. **Fase idrotermica**: introduzione nel reattore di alluminio e acido fosforico, con

¹ ROVERI N., LESCI I.G., PETRAROIA S. (2014) - Processo di trasformazione di manufatti in cemento-amianto utilizzando siero di latte esausto e/o scarti acidi provenienti da lavorazione del settore agroalimentare. Atti del Convegno "S.O.S. Amianto", Asti, 21/05/2014.

aumento di temperatura fino a valori di circa 150 °C alla pressione di 6-10 atm e conseguente avvio della “fase idrotermica” (della durata di circa 6 ore) in cui avviene la decomposizione dell’amianto in ioni metallici e silicato;

5. **Fase di raffreddamento** e successivo trasferimento in serbatoi di decantazione;
6. Separazione del surnatante destinato ad impianto di depurazione e del fango utilizzabile in processi di produzione di fertilizzanti.

Quello appena descritto è il processo che si intende mettere a punto con l’impianto pilota in cui sarà possibile produrre CO₂, fertilizzanti ecc..

In tale contesto di messa a punto dell’ impianto pilota, si dovrà infatti testare il possibile utilizzo della CO₂ (ad esempio negli estintori, nelle camere iperbariche, nel settore alimentare, e in svariate applicazioni tecnico scientifiche) **e di prodotti fertilizzanti, senza che ne derivi alcun vantaggio economico al momento in quanto ogni prodotto finale sarà stoccato e smaltito come rifiuto, secondo la normativa vigente.**

Fase di decarbonatazione

In tale fase i manufatti in cemento-amianto, preventivamente macinati, sono sottoposti ad un processo di decarbonatazione che si svolge, a temperatura ambiente e pressione atmosferica, all’interno di un reattore di seguito denominato “reattore freddo”.

Il materiale polverizzato viene introdotto in un miscelatore nel quale viene riversato del siero di latte preventivamente fermentato, in rapporto in peso 1 a 3,5.

Il siero miscelato al cemento-amianto viene quindi inviato al reattore freddo, nel quale avviene la reazione di decarbonatazione, durante la quale i granuli di cemento si disgregano a causa dell’attacco acido da parte del siero di latte, generando anidride carbonica e liberando le fibre di amianto dalla matrice cementizia.

L’anidride carbonica che si produce nel processo di decarbonatazione verrà trattato mediante un filtro assoluto (così da renderla totalmente priva di fibre di amianto), poi liquefatta ed imbottigliata in bombole di acciaio. La presente sperimentazione si impianto pilota valuterà la possibilità tecnica ed economica di un futuro utilizzo dell’anidride carbonica prodotta durante il processo.

Al completamento della reazione di decarbonatazione, all'interno del reattore freddo rimarrà una melma costituita da una frazione liquida a pH pressoché neutro ed una parte fangosa contenente fibre di amianto, lattati di calcio ed altri lattati provenienti dalla reazione tra l'acido lattico contenuto nel siero di latte ed i metalli alcalini contenuti nel cemento e composti organici di varia natura contenuti originariamente nel siero di latte.

La cessata produzione di anidride carbonica (CO₂) è indice che la reazione di decarbonatazione è terminata e la frazione cementizia (85%) si è ormai completamente disgregata in soluzione facendo precipitare varie fasi minerali (silice, alluminio silicati).

Fase idrotermica

La melma presente nel reattore freddo, alla fine del processo di decarbonatazione, viene trasferita in un decantatore nel quale la fase liquida e quella solida si separano per effetto gravità.

La frazione liquida viene allontanata dal processo, mentre i fanghi restanti vengono trasferiti nel reattore caldo, dove vengono additivati nuovamente con ulteriore siero di latte preriscaldato in rapporto 1 a 3,5 aggiungendo inoltre piccole quantità di acido fosforico, alluminio e ferro, necessari per evitare fenomeni di ricristallizzazione di fibre asbesto similari durante il processo.

Nel reattore caldo i fanghi, additivati con i reagenti partecipano a delle reazioni chimiche a caldo a temperature comprese tra i 150 e i 180 °C, in un intervallo di pressione compreso tra i 6 e 10 bar.

In tali reazioni le fibre di amianto si denaturano chimicamente trasformandosi in fosfati, silicati e ossalati, previa eventuale aggiunta di acido ossalico.

Al termine della fase idrotermica la melma presente all'interno del reattore caldo viene pompata idraulicamente attraverso uno scambiatore di calore che avrà lo scopo di recuperare parte dell'energia termica del processo esotermico per preriscaldare il siero di latte in ingresso al reattore caldo.

A valle dello scambiatore, la melma viene inviata ad un secondo decantatore per separare la fase liquida da quella solida per effetto della gravità.

Prodotti finali e loro destinazione

Dopo la decantazione, la fase liquida presenta pH neutro e assenza di torbidità e di emissione di gas. La fase solida, ricca di sostanze organiche contenute nel siero di latte, azotati, fosfati e di metalli alcalini come potassio, può essere destinata alla produzione di fertilizzanti (P, K, N). Ovviamente, ogni lotto deve essere preventivamente sottoposto ad analisi al microscopio elettronico a scansione e/o con metodica FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), finalizzate a verificare la completa assenza di fibre di amianto. **Si precisa che al momento ogni prodotto finale dell'impianto pilota sarà stoccato e smaltito come rifiuto, secondo la normativa vigente.**

DESCRIZIONE DEL PROTOTIPO SPERIMENTALE

Potenzialità di trattamento e durata della sperimentazione

L'impianto pilota proposto, per sua stessa definizione, mira alla ingegnerizzazione del processo di trattamento del rifiuto e, dunque, alla realizzazione di un prototipo d'impianto in scala e non già alla conduzione di un processo industriale produttivo finito.

L'impianto di progetto, ha una limitata **potenzialità di trattamento non continuativo**, dell'ordine massimo di **20 kg/ciclo di materiali contenenti amianto (MCA)**, con previsione di un unico ciclo giornaliero, per un massimo di 20 cicli mensili (max 400 kg/mese).

La durata totale della sperimentazione sarà pari a due anni.

Localizzazione dell'impianto pilota

L'impianto pilota sperimentale descritto nella presente relazione sarà allestito ed ospitato presso la sede della Project Resource Asbestos S.r.l. (Fig. 1), all'interno di un capannone attrezzato ubicato nella zona industriale di Cavallino (LE).

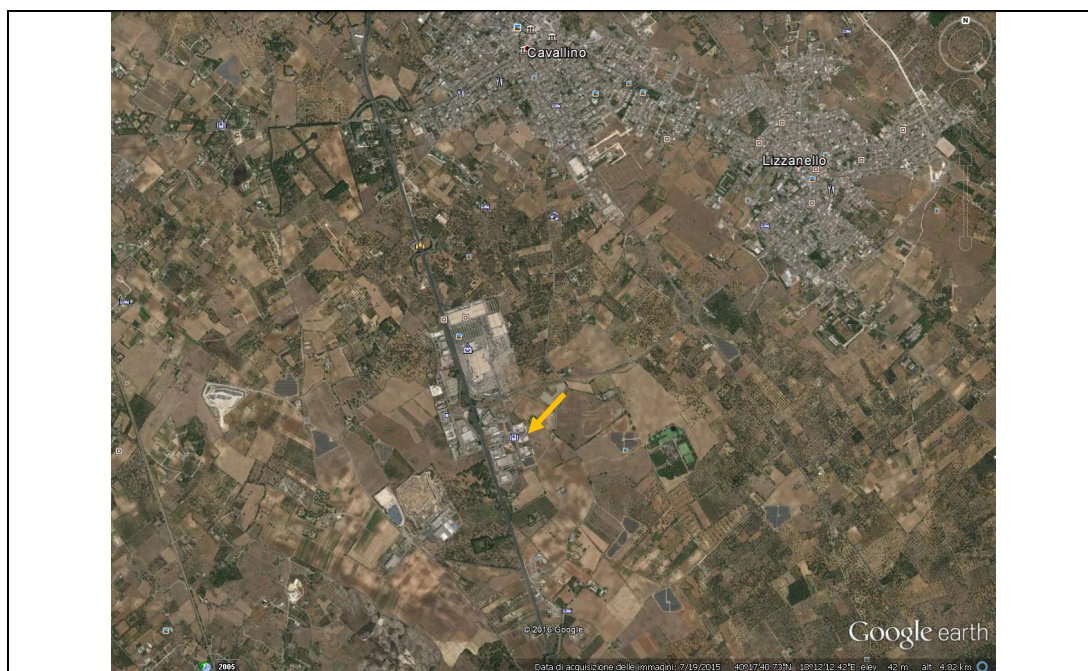




Fig. 1 - Ubicazione del sito di installazione del prototipo sperimentale

Attività del processo svolte in situ

Le attività che si svolgeranno all'interno dell'impianto in questione saranno esclusivamente:

1. Stoccaggio dei materiali;
2. Polverizzazione MCA;
3. Miscelazione MCA con il siero di latte;
4. Processo di decarbonatazione ed idrotermico;
5. Raffreddamento, decantazione e filtrazione.
6. Stoccaggio temporaneo rifiuti dal processo.

Le attività di conferimento materiali presso l'impianto, gestione dei rifiuti e ed eventuali procedure di emergenza saranno affidate a ditte specializzate (come meglio specificato più avanti).

Il prelievo dei campioni, le analisi di laboratorio e il monitoraggio dell'aria saranno affidati ad appositi laboratori certificati (come meglio specificato più avanti).

Locali adibiti alla sperimentazione

Il prototipo sperimentale sarà ospitato all'interno di un capannone industriale esistente, ubicato nella zona P.I.P. del Comune di Cavallino.

All'interno del suddetto capannone verrà delimitata un'area dedicata, dell'estensione di circa 40 mq, in cui si provvederà a realizzare i locali che conterranno tutte le attrezzature necessarie allo svolgimento dell'attività sperimentale.

Il locale in questione sarà realizzato con pannelli sandwich coibentati ed avrà un'altezza interna utile di circa 3,5 metri. Per garantire la tenuta dell'ambiente interno, che sarà mantenuto costantemente in depressione, tutte le giunzioni dei pannelli saranno sigillate con poliuretano espanso a presa rapida.

Prima dell'inizio di qualsiasi attività di lavorazione materiali contenenti amianto all'interno dell'impianto, saranno effettuate delle prove per verificare la depressione degli ambienti.

Al termine di ogni ciclo di lavoro si effettuerà un'accurata pulizia del locale tramite apposito aspirapolvere. Periodicamente si effettueranno dei cicli di pulizia con acqua che sarà opportunamente incanalata, raccolta e trattata tramite filtri assoluti.

Il pavimento dei locali dedicati sarà realizzato al di sopra della pavimentazione industriale esistente all'interno del capannone, dalla quale sarà isolata mediante l'interposizione di una geomembrana in HDPE da 2 mm, che sarà risvoltata lungo tutti i bordi esterni del locale fino ad un'altezza di 50 cm.

La pavimentazione dei locali dedicati all'impianto pilota, in cemento armato, sarà perfettamente spianata, modellata a pendenza e trattata successivamente con resina epossidica al fine di evitare possibili zone di deposito concentrato di polveri.

Tale soluzione permetterà di pulire il locale e di regimentare le acque utilizzate tramite griglia e canalina di raccolta.

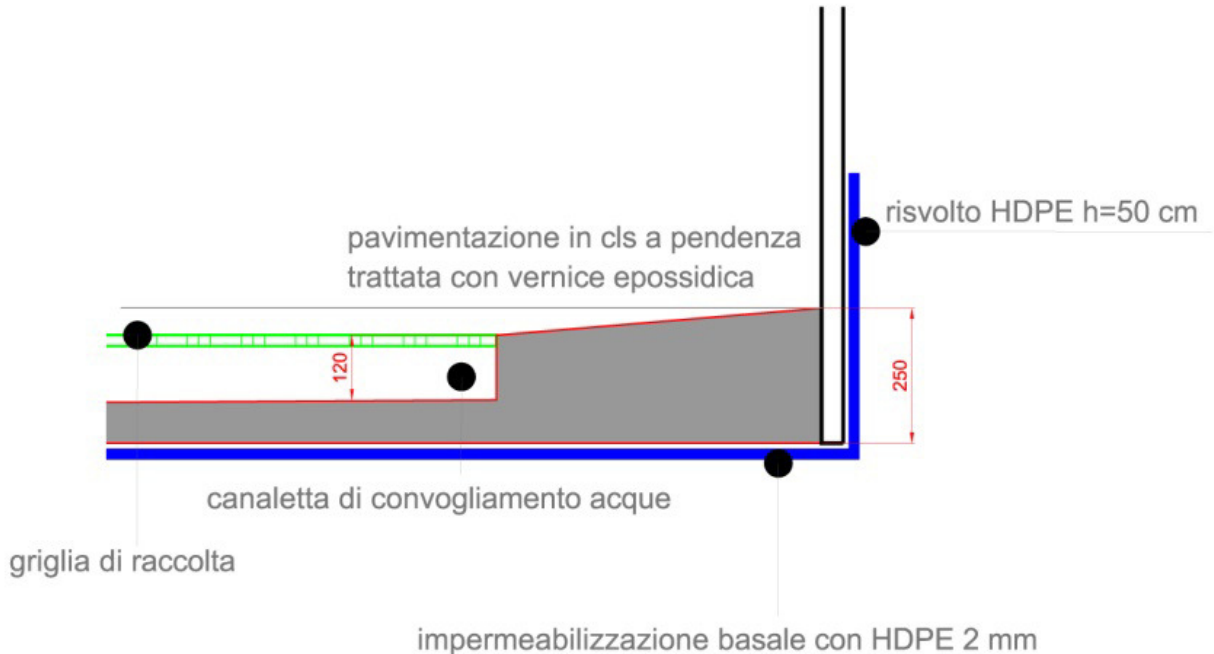


Figura 4 – Particolare impermeabilizzazione basale

La pavimentazione sarà costruita quindi con un'intercapedine (fig. 4) funzionale a raccogliere eventuali sversamenti di sostanze liquide che dovessero verificarsi all'interno del locale di sperimentazione, ivi comprese le acque di lavaggio e pulizia del locale. I liquidi verranno drenati da apposite griglie metalliche installate a pavimento, le quali consentiranno di far defluire gli stessi nell'intercapedine del pavimento. L'intercapedine avrà pendenza impostata in direzione di un pozzetto che consentirà il prelievo dei liquidi tramite una piccola pompa. Questi liquidi verranno successivamente reimmessi nel ciclo di trattamento.

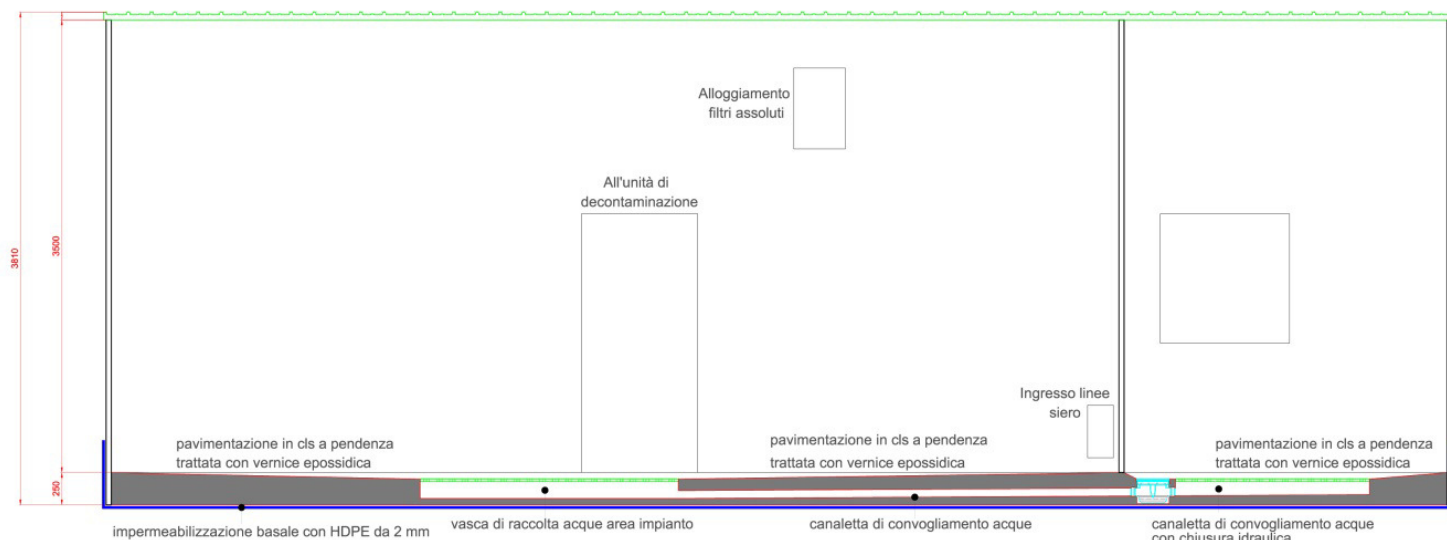


Figura 5 – Sezione locale trattamento MCA

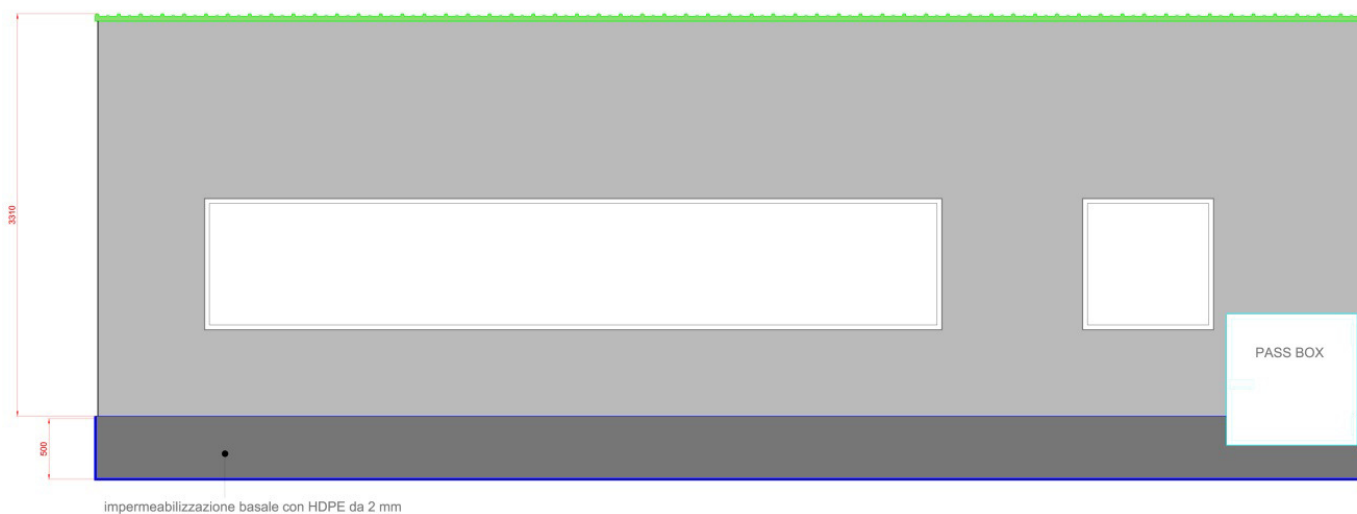


Figura 6 – Vista frontale locale trattamento MCA

L'ingresso al locale avverrà dall'esterno, attraverso una porta laterale del capannone già esistente (fig. 7 e 8).



Figura 7 – Vista dall'esterno dell'ingresso locale trattamento MCA



Figura 8 – Vista dall'interno dell'ingresso locale trattamento MCA

Mediante la porta esterna del capannone industriale si accederà all'interno di un'unità di decontaminazione standard a quattro stadi (standard a 3 stadi + il quarto stadio con chiusa d'aria da 1 x 1 m), del tipo di quelle utilizzate sui cantieri degli interventi di bonifica dell'amianto (fig. 9).

I componenti (realizzati in ABS) dell'unità di decontaminazione, hanno angoli arrotondati e superfici perfettamente lisce per una facile e veloce decontaminazione. Vengono fissati l'uno all'altro tramite speciali morsetti in acciaio al carbonio zincato.

La tenuta tra un pannello e l'altro viene assicurata da strisce adesive in materiale espanso EPDM. Una volta smontati, grazie alla loro forma, i pannelli si incastrano perfettamente tra loro, riducendo lo spazio necessario al trasporto e allo stoccaggio. Le porte sono dotate di cerniere a molla in acciaio zincato e di chiusure a calamita. Ogni porta è dotata di prese d'aria chiudibili.

È inoltre dotata di sistema mobile per il riscaldamento, il recupero e la filtrazione delle acque contaminate, di un boiler per la produzione di acqua calda da 50 litri e di modulo per il prelievo e la filtrazione delle acque contaminate attraverso una pompa di elevata potenza. Il quadro elettrico è alimentato a 220V monofase. Il comparto filtrante a tre stadi è costituito da un filtro dissabbiatore, da una cartuccia filtrante da 50 micron, da una cartuccia filtrante da 10 micron ed infine una cartuccia filtrante da 1 micron realizzate in microfibre di polipropilene agglomerate.



Figura 9 – In Foto un esempio di unità di decontaminazione MCA a 3 stadi

Come si può osservare nel layout di progetto (fig. 12), il locale sarà compartimentato in più zone funzionali. In particolare, lungo il lato che si addossa alla parete del capannone esistente saranno ospitati tre piccoli comparti:

1. l'unità di decontaminazione a 4 stadi, collocata in corrispondenza della porta di ingresso conforme al D.M. 06/09/1994;
2. il vano tecnico per l'alloggiamento del gruppo di aspirazione e del sistema di filtrazione dell'aria con filtri assoluti;
3. un piccolo vano di servizio in cui verranno stoccati i reagenti e che sarà dotato anch'esso di porta d'ingresso (esistente).

Il vano che ospiterà le apparecchiature e i macchinari necessari per il trattamento dell'amianto sarà quello più esteso ed occuperà una superficie di circa 20 mq. Accanto ad esso sarà posizionato un vano più piccolo in cui verranno effettuate le operazioni di polverizzazione del materiale da trattare. Quest'ultimo locale conterrà una pass-box per l'introduzione in sicurezza dei big-bag contenenti l'eternit in frammenti e un piccolo container per lo stoccaggio temporaneo dei MCA da trattare.

I locali descritti in cui potenzialmente vi potranno essere delle fibre aerodisperse saranno in costante in depressione, opportunamente creata da uno sbilanciamento tra le portate di immissione dell'aria esterna e di espulsione all'esterno di aria filtrata. Il sistema è costruito in modo da creare negli ambienti interni all'impianto pilota una depressione regolabile attraverso delle serrande automatiche motorizzate.

Approvvigionamento e stoccaggio materiali

La prescelta localizzazione logistica è dettata dalla comodità di rinvenire in zona 20 kg/giorno di materiali contenenti amianto. Del resto, dal Bollettino Ufficiale Regione Puglia n. 10 del 02/02/2016 nel "*Piano regionale definitivo di protezione dell'ambiente, decontaminazione, smaltimento e bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto in Puglia 2014-2023*" è inserita la seguente mappatura

del territorio pugliese tramite il sistema MIVIS (Multispectral Infrared & Visible Imaging Spectrometer) (Fig. 2).

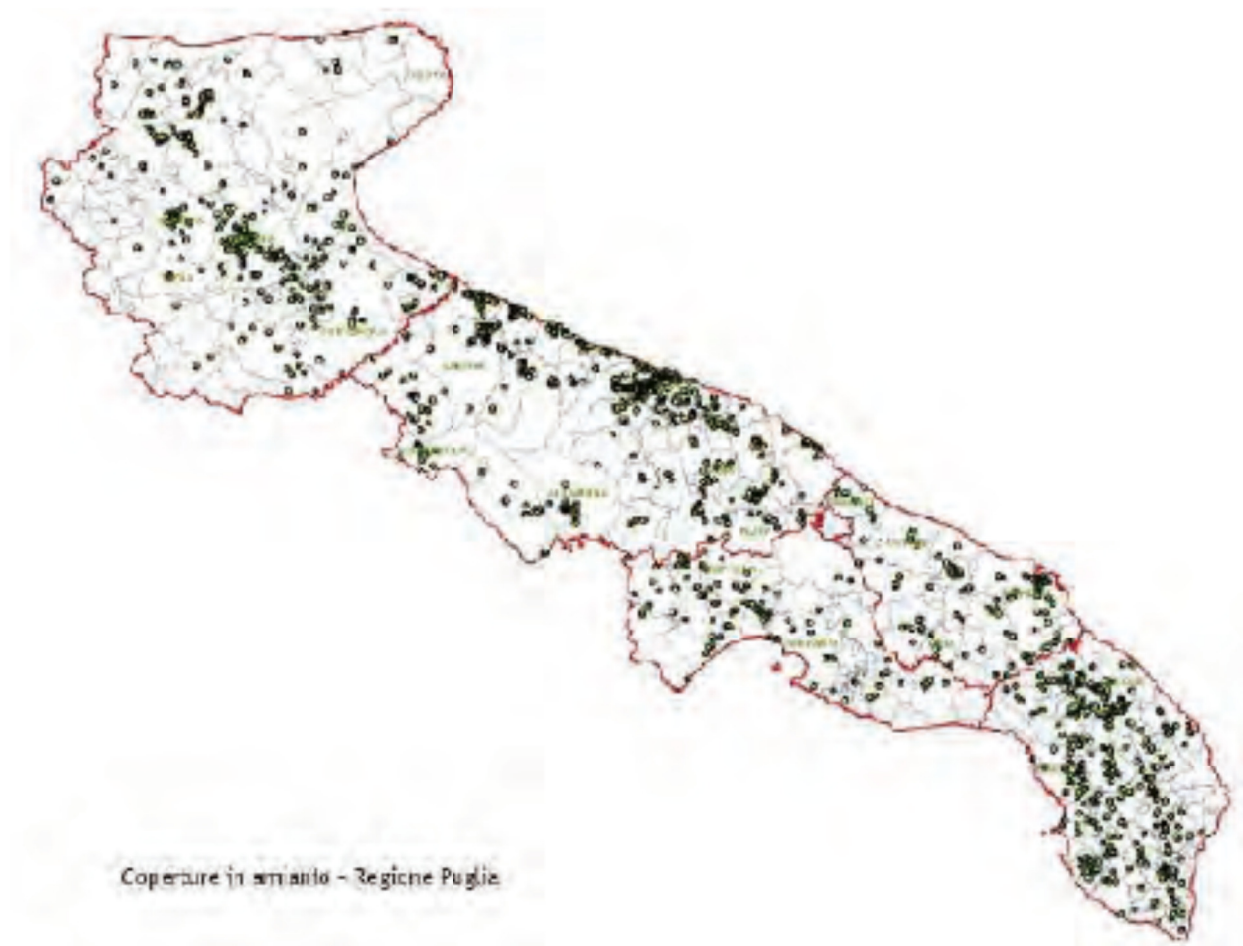


Fig. 2 – Mappatura Territorio Pugliese sistema MIVIS

Da detta mappatura si “..nota,..., una consistente presenza di strutture in fibrocemento anche nel Salento leccese, scarsamente industrializzato (il territorio è destinato prevalentemente ad uso agricolo) ma fortemente urbanizzato”. Anche se sono in corso le attività di censimento dei materiali contenenti amianto, le stime orientative effettuata dalla Regione Puglia sono le seguenti:

Provincia	Percentuali	Volumi stimati
Foggia	19,90%	348.204,47 mc
Taranto	5,24%	91.700,26 mc
Lecce	20,01%	350.128,25 mc
Brindisi	8,02%	140.436,06 mc
BT	17,88%	312.935,14 mc
Bari	28,95%	506.595,82 mc
Totale	100,00%	1.750.000,00 mc

Posto che la potenzialità massima dell'impianto pilota è pari a 20 kg/giorno di rifiuto, ne deriva che in un mese di sperimentazione dovranno essere conferiti 400 kg di rifiuto che corrispondono a circa 27 mq di lastre di eternit, quantitativo alquanto esiguo rispetto alla mole di amianto presente sul territorio leccese, pari a 350.125,25 mc stimati mediante sistema MIVIS.

Poiché quello in oggetto è prototipo sperimentale a piccola scala, la sua conduzione non potrà che essere discontinua attesa l'esigenza di effettuare prove, modellizzazioni matematiche e ottimizzare il processo tecnologico. Si ritiene, quindi, impraticabile l'approvvigionamento giornaliero di materiali per una conduzione discontinua dell'impianto prova e pertanto il conferimento dei M.C.A. avverrà, al bisogno, evitando deposito eccessivi.

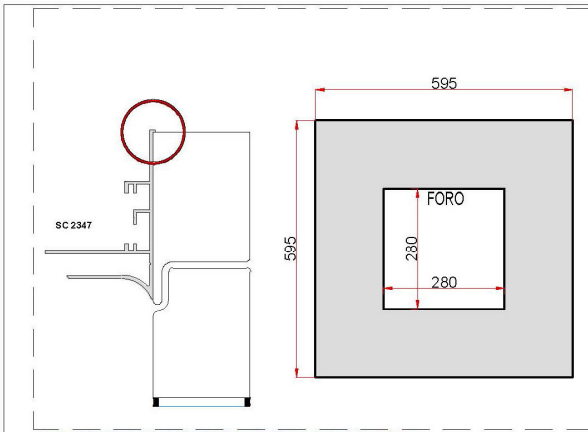
Il materiale contenente amianto (MCA) entrerà dentro l'area dell'impianto tramite una pass-box, delle dimensioni nette pari a 600x600x600 mm, dotata di due sportelli vetrati ad interblocco elettronico, 2 elettroserrature, 2 stato porta, 2 semafori (led verde, led rosso e pulsante di emergenza), centralina di gestione interblocco porte, e sarà stoccato in una zona confinata a tenuta stagna ove sarà costantemente presente un impianto di aspirazione atto a mantenere costantemente in depressione sia la stessa pass-box sia l'intero locale, intercettando eventuali fibre aerodisperse per poi essere convogliate in filtri assoluti.



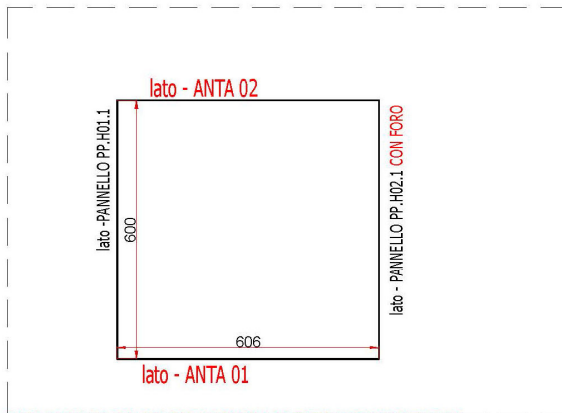
Fig. 3 – Pass Box per ingresso MCA.



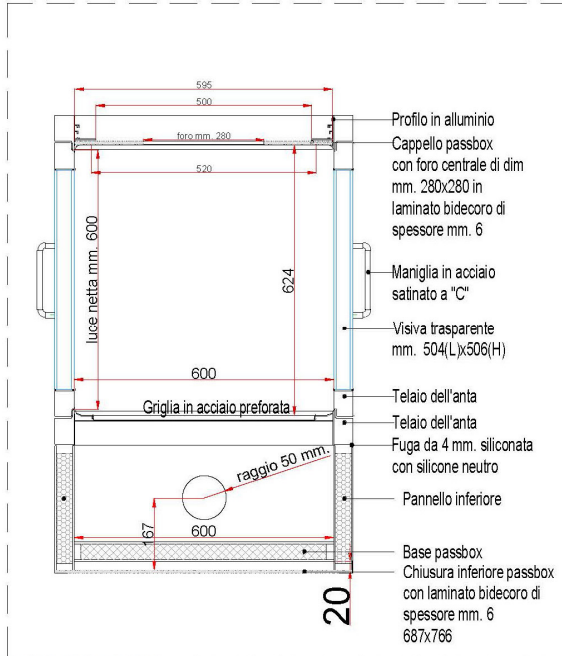
Fig. 3-a –Particolare griglia di aspirazione. Nella pagina successiva le relative specifiche dimensionali e costruttive.



DETTAGLIO PER APPOGGIO CAPPELLO SUPERIORE



BASE PASSBOX CON INDICAZIONE DELLE DIREZIONI DI MONTAGGIO



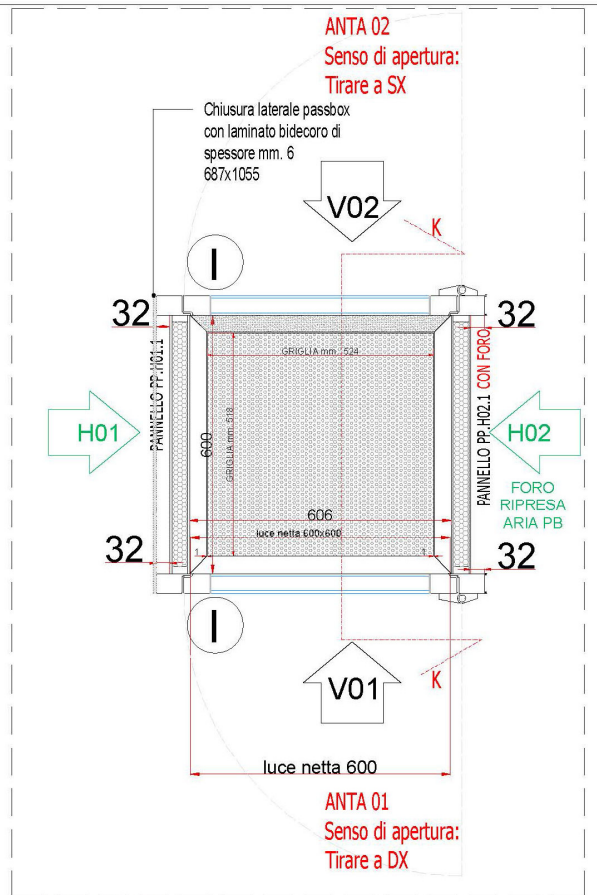
SEZIONE K-K PASSBOX

PASSBOX

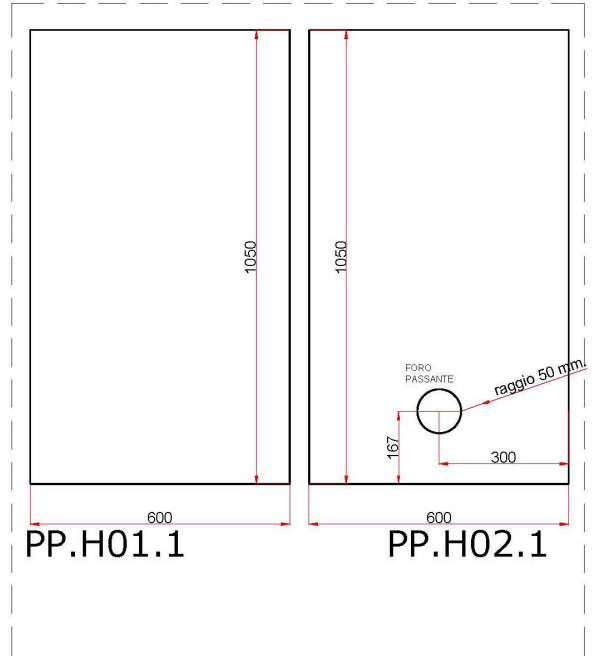
DIM. INTERNE (LxPxH) 606x600x600

LUCE DI PASSAGGIO (LxH) 600X600

N.B.: Tutte le misure sono espresse in mm.



PIANTA PASSBOX



PROSPETTI PARETI LATERALI C

Rev.	Data	Descrizione	LB	MS	Disegnato	Verificato	Approvato
0	07/03/2018	Emissione per approvazione					
Kybos S.p.A. (S.p.A. per Aziende) - 41012 Polignano (BA) Italy www.kybos.com - info@kybos.com Tel. +39 082 656211			CUSTOMER: GEDAMBIENTE SRL VIA BELTRAMO ACQUAVIVA D'ARAGONA N. 6 CAVALLINO (LE) CANTIERE:				
Nome:	Cognome:	Descrizione:	Quantità:	Unità:	Disegnato:	Verificato:	Approvato:

La fase di stoccaggio è, perciò, propedeutica alla lavorazione del M.C.A. e non sarà in ogni caso superiore a 400 kg istantanei (20 kg/giorno), posta la potenzialità impiantistica pari a 400 kg/mese.

Il cemento-amianto da trattare giungerà già in frammenti di pezzatura centimetrica all'interno di idonei contenitori a tenuta ermetica ("big-bags"). I frammenti di eternit da utilizzare per le prove verranno forniti da ditte autorizzate all'esecuzione degli interventi di bonifica dell'amianto, durante i quali vengono sempre raccolti frammenti di piccole dimensioni, che vengono collocati all'interno di big-bags per essere successivamente inviati in discarica.

Le ditte conferitrici dei materiali contenenti amianto dovranno essere puntualmente iscritte dell' Albo nazionale gestori ambientali come previsto dall' art. 212 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. alla categoria 5 (*raccolta e trasporto di rifiuti speciali pericolosi*) in corso di validità.

Nel dettaglio, il materiale conferito in ingresso all'impianto pilota avrà provenienza da cantiere di bonifica effettuato da ditta iscritta all'albo nazionale gestori ambientali in categoria 10 (bonifica dei beni contenenti amianto), e sarà confezionato secondo il D.M. 6 Settembre 1994 ed etichettato.

In tal modo il rischio di rilascio di fibre nell'ambiente circostante durante il trasporto è parificato a quello di conferimento presso impianto autorizzato a ricevere rifiuti di materiali contenenti amianto.

Il materiale così confezionato sarà trasportato, evitando stoccaggi intermedi, da stessa o altra ditta iscritta in categoria 5 dell'albo nazionale gestori ambientali, la quale conferirà piccole quantità di eternit in frammenti di piccole dimensioni, selezionati e contenuti in appositi big-bags del peso pari a 20 kg.

Le ditte conferitrici del siero di latte esausto dovranno essere puntualmente iscritte dell' Albo nazionale gestori ambientali come previsto dall' art. 212 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. alla categoria 4 (*raccolta e trasporto di rifiuti speciali non pericolosi*) in corso di validità.

La PRA srl, dopo una attenta verifica preventiva delle ditte conferitrici acquisendo copia dell'atto di iscrizione all'albo nazionale gestori ambientali, ha stipulato delle convenzioni con la Società *REI Recupero Ecologico Inerti Srl*, C.F. e

P.IVA: 03511800751, con sede in Via B. A. D'Aragona n. 5, Cavallino (LE), Iscrizione Albo Gestori Ambientali n. BA-009481 (cat. 4D, 5D, 10a classe C).

I materiali conferito all'impianto pilota saranno opportunamente pesati, registrati e tracciati.

In merito al conferimento dei prodotti in entrata ed ai rifiuti in uscita dall'impianto pilota si precisa che i trasporti saranno i seguenti:

- n. 1 trasporto mensile in ingresso per materiali contenenti amianto (CER 17.06.05*– materiale da costruzione contenente amianto in matrice compatta, e 17.06.01*- materiale da costruzione contenente amianto in matrice friabile);

- n. 1 trasporto mensile in ingresso per siero di latte (CER 02.05.01 – scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione);

- n. 3 trasporti mensili in uscita per conferimento rifiuti prodotti dall'impianto (CER determinato in seguito a caratterizzazione chimica);

Vista la natura della zona omogenea del Piano Regolatore comunale di Cavallino come "Zona PIP – Comparto F, lotto n.8" è palese che il traffico generato da tali trasporti sia irrisorio rispetto a quello atteso dalla destinazione d'uso del piano regolatore e dalle vie di comunicazione presenti nelle vicinanze, S.S. 16 che collegano la Citta di Lecce al basso Salento.

Polverizzazione MCA

Al fine di ottimizzare il processo di decarbonatazione, migliorando il contatto con il siero di latte, i materiali contenenti amianto dovranno essere ridotti ad una granulometria di circa 0,3 – 0,5 mm.

La società P.R.A. srl nell'ottica di un maggiore controllo della fase di frantumazione dei manufatti in cemento-amianto, ha previsto e disposto all'interno dell'impianto una ulteriore zona confinata (fig. 12) dedicata alla polverizzazione del materiale, già conferito in ingresso in piccole dimensioni.

Nel dettaglio, il nuovo lay-out prevede logisticamente uno stoccaggio dei materiali contenenti amianto, imballati e contenuti in big-bags, che accedono agli

ambienti tramite una pass-box e successivamente, dopo la polverizzazione, procedono nel locale di processo.



Fig. 10 – Apparecchiatura per la macinazione.

La polverizzazione del materiale verrà effettuata con un macchinario a perfetta tenuta prodotto dalla ditta C.I.M.M.A. dell'ing. Luigi MORANDOTTI, che vanta un'esperienza ultra-cinquantennale nel settore. Detto macchinario, raffigurato in fig. 10 e 11, è costituito da un piccolo mulino in cui il materiale può fluire dallo sminuzzatore al macinatore in condizioni di confinamento ermetico, senza possibilità di diffondere polveri nell'ambiente circostante.

Il mulino preposto alla macinazione fine dei manufatti in cemento-amianto (v. particolare in fig. 11) è costituito da una carcassa cilindrica contenente al suo interno un rotore dotato di martelli.

Nella sua parte superiore la carcassa è dotata di due ganasce in ghisa dura, recanti una dentellatura che trattiene il materiale da macinare, che viene così colpito dai martelli del rotore sino alla completa polverizzazione.

Nella parte inferiore della carcassa è situata una griglia, costituita da una lamiera a fori calibrati, che consente la fuoriuscita del macinato quando questo ha raggiunto la granulometria voluta.

La peculiarità di questo tipo di mulino è la completa assenza di diffusione di polveri durante il suo funzionamento; infatti, come si può osservare in fig. 11, il portellone di ispezione chiude la carcassa con una tenuta garantita da una guarnizione serrata da n. 6 bulloni.

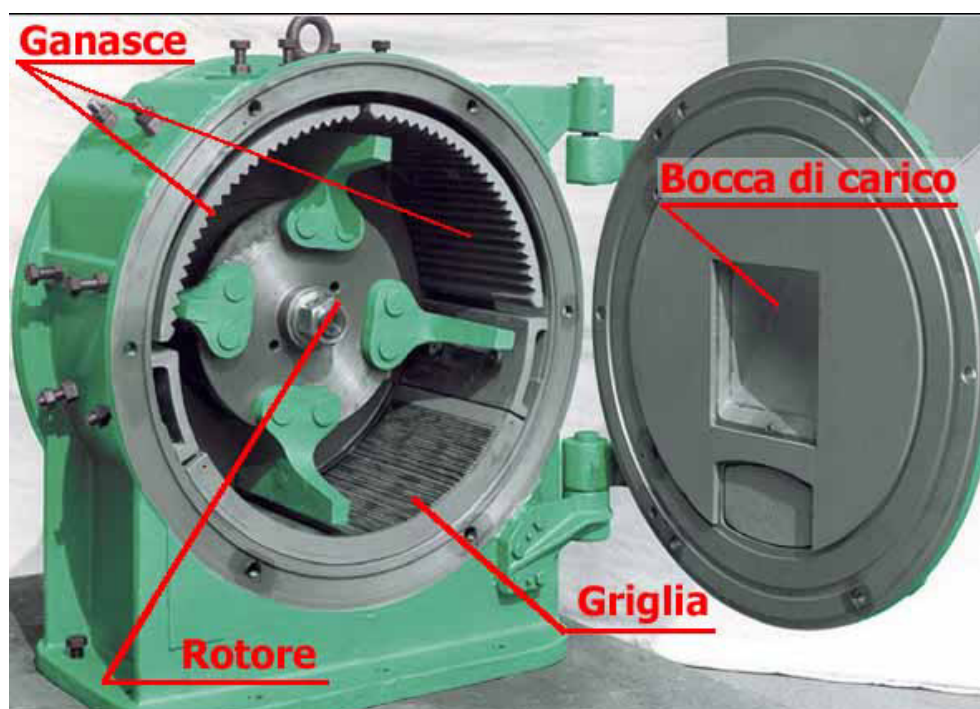


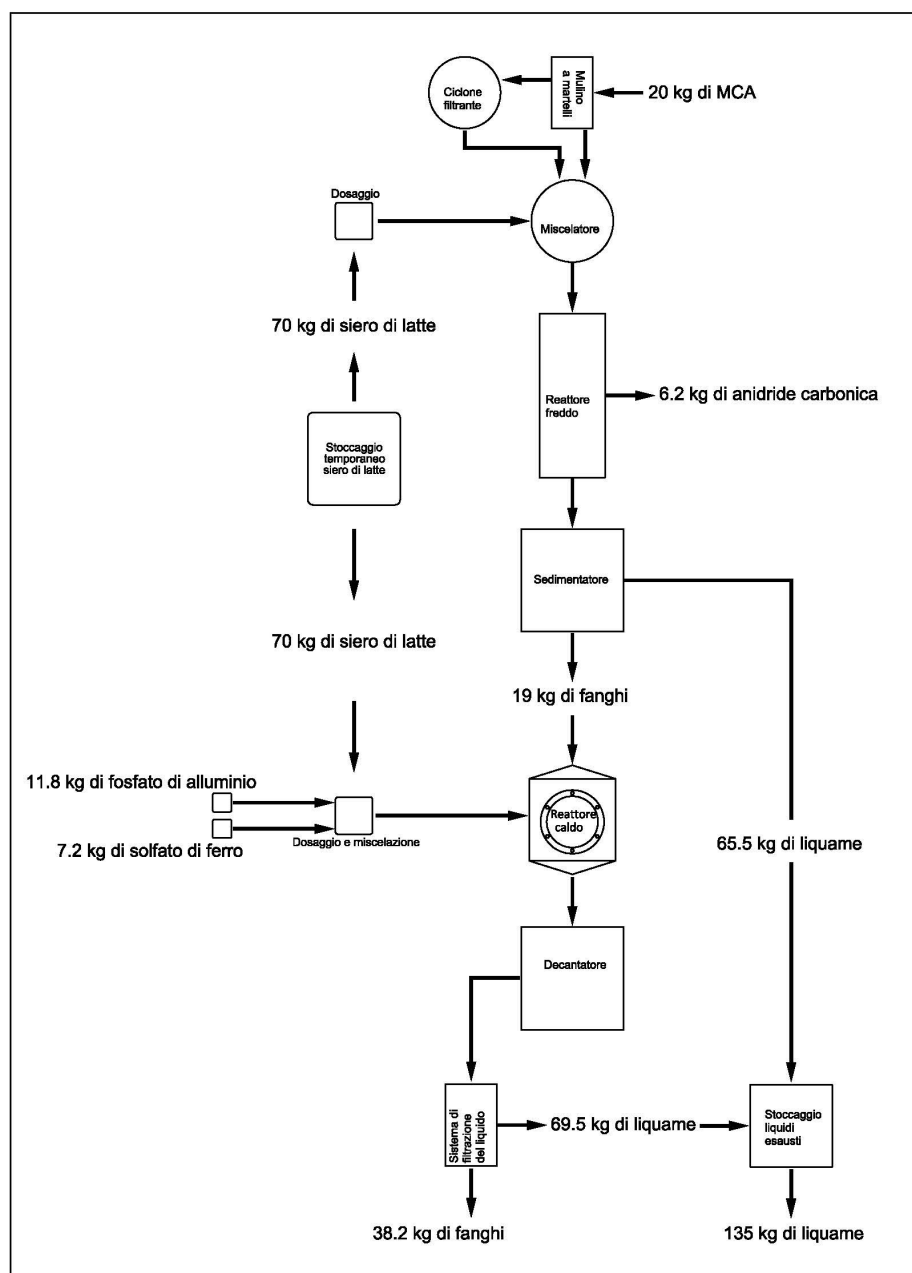
Fig. 11 – Particolare del mulino a martelli.

I quattro bracci del rotore, che sostengono i martelli, costituiscono, inoltre, una sorta di girante simile a quella dei ventilatori centrifughi e, poiché la bocca di carico è posta in posizione pressoché centrale, durante il funzionamento detto mulino genera un flusso d'aria entrante dalla bocca di carico ed uscente dalla griglia di uscita.

Detto flusso d'aria è stimato attorno ai 1.000 m³ per tonnellata di macinato ed è tale da garantire che dalla bocca di carico non vi sia la benché minima fuoriuscita di polveri che possano diffondersi nell'ambiente.

Il macinato che fuoriesce dalla parte bassa della macchina viene convogliato al processo, mentre l'aria di ventilazione, che contiene una certa quantità di polveri, attraverserà dapprima un separatore a ciclone, per subire una prima e grossolana depolverazione, successivamente sarà inviata sistema di filtraggio aria per la sua completa decontaminazione prima di essere immessa nell'ambiente.

Diagramma di flusso del processo



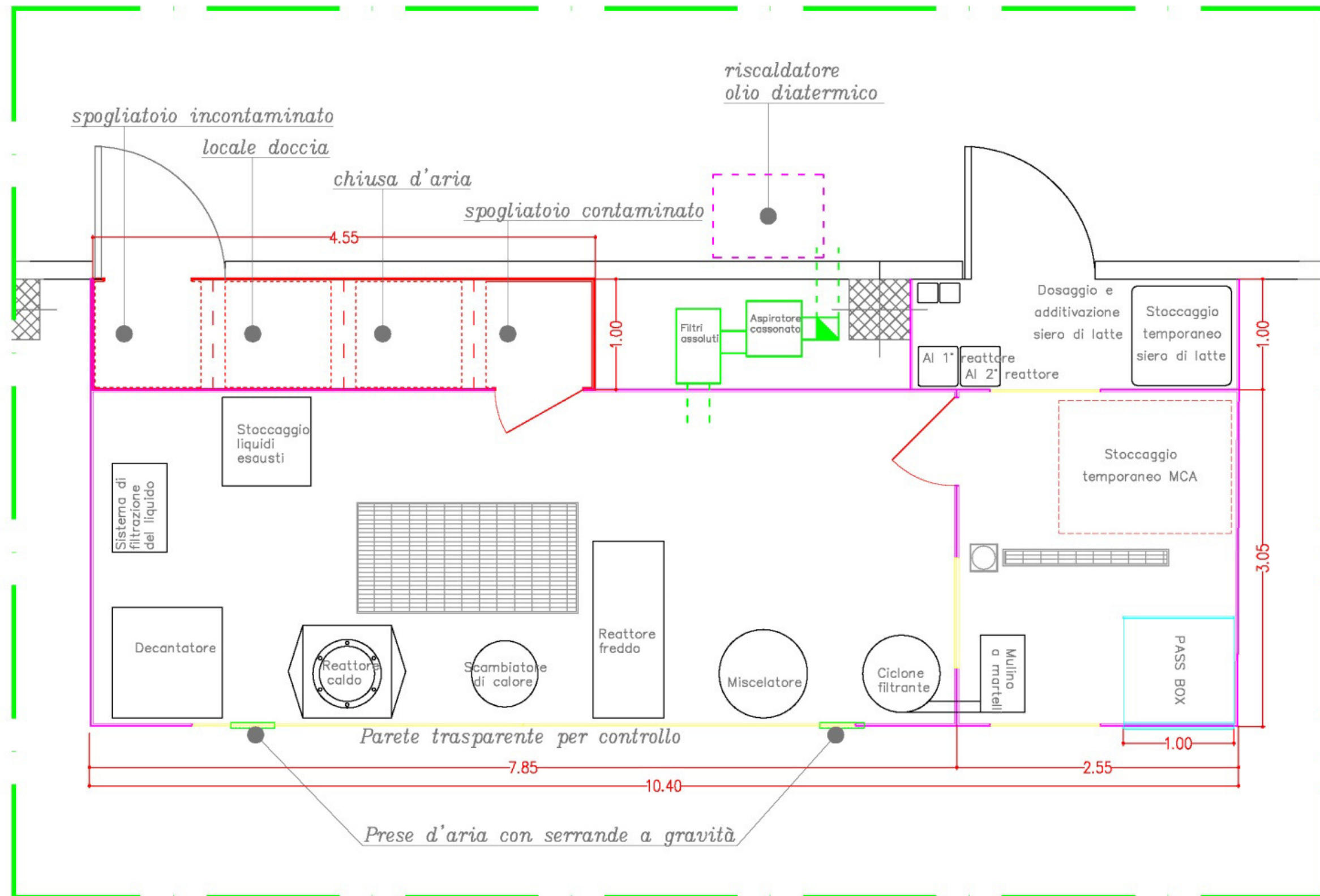


Figura 12 - Layout impianto

Miscelazione siero di latte – polvere cemento amianto

Il siero di latte ha lo scopo di generare un attacco acido in grado di disgregare il cemento e di liberare le fibre di amianto. Il siero viene introdotto, tramite pompa volumetrica, in una camera di compressione costituita da un serbatoio in acciaio inossidabile nel quale occuperà poco più della metà del volume interno. Il livello del liquido in detto serbatoio sarà controllato da un livello stato elettronico con sonde ad immersione che azionerà le valvole di ricircolo e di alimentazione.

Nella parte superiore di detta camera di compressione vi sarà aria tenuta alla pressione di 5-6 bar da un compressore dotato di apposito pressostato. Una pompa di spinta aspirerà il siero dal basso del serbatoio e lo spingerà attraverso degli ugelli nebulizzatori posti nella parte alta della camera di compressione. In questo modo il siero terrà in soluzione una grande quantità di aria, così che una volta estratto dalla camera di compressione ed inviato al flottatore, tornando alla pressione atmosferica, diverrà sovra-saturo di aria e liberare delle microbolle, che, salendo lentamente in superficie, trascineranno meccanicamente in alto le particelle di grasso contenute nel siero, che, quindi, si separeranno da esso. La camera di compressione, essendo un serbatoio in pressione, sarà dotato di manometro, valvola di sovra-pressione e tutto quant'altro prescrive la vigente normativa in materia, così da essere conforme alle prescrizioni tecniche di settore (D.Lgs. 81/08 e DM 329/04).

Il cemento-amianto polverizzato dovrà essere miscelato alla giusta quantità di siero di latte per poi essere introdotto nel reattore freddo.

Poiché nella miscelazione con il siero di latte la polvere di cemento-amianto tende ad agglomerarsi formando dei grumi, tale miscelazione avverrà all'interno di un apposito mixer nel quale la polvere di cemento-amianto verrà aggiunta poco per volta ad una quantità di siero già presente e tenuto in rapido movimento circolare, così da impedire la formazione dei grumi. Detto miscelatore sarà in vetroresina di forma circolare con un fondo conico molto pronunciato.

Un'apposita pompa volumetrica ad ingranaggi preleverà il siero dal fondo del miscelatore e lo riciclerà alla sommità dello stesso, iniettandolo in direzione tangenziale, così da generare un moto rotazionale di tutta la massa liquida presente all'interno.

Nel dettaglio, il trasferimento delle fibre di amianto nel siero di latte esausto attiva due reazioni chimiche, ovvero la decarbossilazione del cemento e la denaturazione delle fibre di amianto, all'esito delle quali si otterranno due vantaggi:

- *da un lato*, la concentrazione degli elementi chimici inizialmente dispersi nel siero viene ridotta a quantitativi minimi grazie alla loro trasformazione in minerali solidi, che potrebbero essere in futuro utilizzati come fertilizzanti (esempio i PKN). La componente azotata sarà fornita dalla componente batterica presente nel siero all'esito di trattamento termico nel reattore a caldo;

- *dall'altro*, il siero di latte (inizialmente considerato un rifiuto), grazie alla depurazione finale con filtri assoluti ed alla purificazione del residuo acquoso finale, avrà parametri chimico-fisici (COD, metalli, ph, etc.) idonei a consentirne il suo riutilizzo, ad esempio in agricoltura. Detto processo consentirà, dunque, di recuperare una ingente risorsa idrica che, nell'ottica futura di un impianto su grande scala, permetterebbe la diminuzione della captazione di acqua dalla rete idrica civile e/o industriale.

Fermo quanto sopra, poiché trattasi di prototipo sperimentale tutte le sostanze prodotte all'esito della varie prove saranno debitamente smaltite come rifiuti secondo la normativa vigente (Dlgs. 152/06).

Fase di decarbonatazione in reattore freddo

Una volta preparata la miscela siero di latte – polvere cemento amianto, apposita pompa volumetrica la trasferirà al reattore freddo riciclandola in continuo al suo interno. Il reattore freddo sarà anche dotato di un mescolatore che manterrà in ulteriore movimento tutta la massa dei reagenti, ciò allo scopo di favorire il contatto tra la polvere di cemento-amianto e le particelle di siero di latte onde accelerare la reazione di decarbonatazione.

Il tutto avverrà alla pressione atmosferica, in quanto sul reattore freddo sarà predisposta una tubazione di raccolta dell'anidride carbonica che si genera dalla reazione di decarbonatazione del cemento. Si precisa che il gas CO₂ verrà rilasciato all'interno del reattore ermeticamente chiuso, dal quale sarà gradualmente trasferito nell'ambiente di reazione con un flusso discontinuo, mediante step periodici dettati

principalmente dall'equilibrio chimico-fisico tra fase liquida e fase gassosa in assenza di pericolo. L'anidride carbonica gassosa emessa in atmosfera non potrà essere minimamente contaminata da fibre di amianto in quanto prima di accedere al collettore di scarico è obbligata a superare un "filtro assoluto" con porosità 0,8-0,2 μm , come tale idoneo a bloccare il passaggio di qualsiasi fibra di amianto aerodispersa. Un manometro differenziale che misura la differenza di pressione tra monte e valle del filtro assoluto darà indicazioni sul flusso di CO_2 e quindi sull'evoluzione del processo di decarbonatazione (un barometro misura la pressione di uscita dal gas). Nel momento in cui il differenziale pressorio all'uscita del reattore diviene nullo, è segno che non vi è flusso di gas CO_2 e che, quindi, la reazione di decarbonatazione è terminata.

A tale proposito si ritiene opportuno precisare che, in questa fase, le finalità e gli obiettivi del prototipo non contemplano il possibile recupero e riutilizzo della CO_2 (che sarà sicuramente perseguito in impianti a scala maggiore), la quale sarà semplicemente immessa in atmosfera dopo essere passata attraverso il filtro assoluto per garantire che non prenda in carico fibre di amianto.

Fase idrotermica in reattore caldo

Terminata la prima fase di trattamento, agendo opportunamente su delle valvole, si trasferirà idraulicamente tutto l'insieme dei reagiti in un decantatore ad elevato sviluppo verticale e con fondo conico molto accentuato, che separerà la fase liquida dai fanghi contenenti amianto. Una volta avvenuta la decantazione, i fanghi verranno dapprima pompate attraverso uno scambiatore di calore, dove saranno preriscaldati, per poi essere introdotti nel reattore caldo (fig. 13), dove saranno additivati con altro siero di latte (già miscelato con sali fosfatici di alluminio e ferro) tramite l'ausilio di una pompa volumetrica. La fase liquida, previa filtrazione, invece, sarà inviata allo stoccaggio dei liquidi esausti dei quali si tratterà in seguito.

Il reattore caldo sarà realizzato in lamiera di acciaio inossidabile AISI 304 negli spessori e dimensioni indicati in fig. 13.

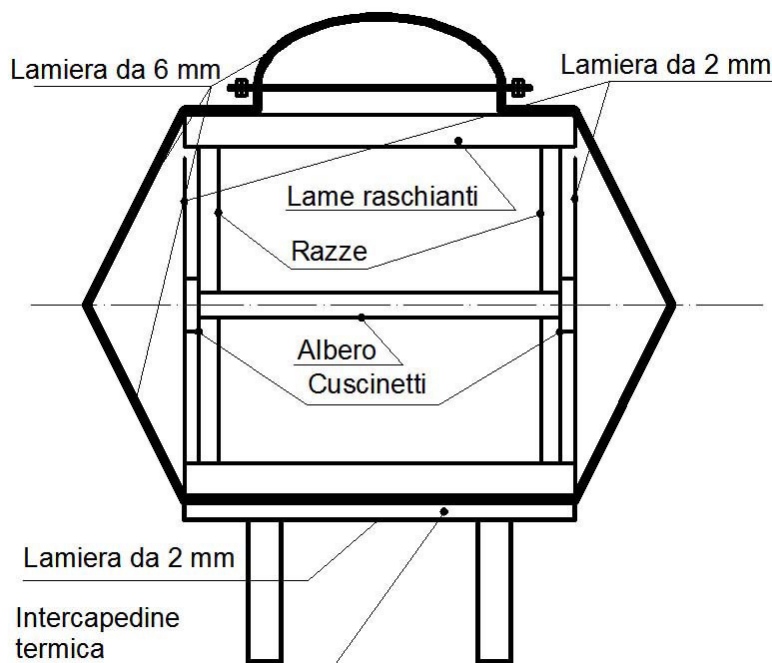


Fig. 13 - Schema costruttivo del reattore caldo

Ovviamente, dovendo operare a temperature comprese tra i 150 ed i 180°C con conseguenti pressioni comprese tra 6 ed 8 bar, il reattore caldo sarà dotato di tutte le dotazioni di sicurezza previste dalla vigente normativa che riguarda la costruzione e l'esercizio dei contenitori in pressione (D.Lgs. 81/08 e DM 329/04). Come si può osservare in fig. 13, l'interno del reattore è dotato di un sistema di lame raschianti sostenute da delle razze ruotanti attorno ad un albero ed aventi la funzione di rimescolare tutta la massa fluida allo scopo di accelerare la reazione chimica. Qui avverrà la reazione di scambio ionico tra i sali di magnesio contenuti nelle fibre di amianto ed il fosfato di alluminio ottenuto dalla reazione dell'acido fosforico con l'alluminio, mentre i sali di ferro che si formeranno avranno la funzione di impedire che la predetta reazione di scambio ionico avvenga al contrario durante il raffreddamento dei reagiti.

Le temperature necessarie allo svolgimento delle predette reazioni chimiche saranno ottenute mediante il riscaldamento del reattore che avverrà con la circolazione di olio diatermico proveniente da un generatore di calore e che attraverserà l'intercapedine posta esternamente al reattore.

Il generatore di calore ad olio diatermico, simile a quello raffigurato in fig. 5, sarà della ditta LPV Caldaie di Parma, che opera nel settore con un'esperienza

ventennale e che fornisce detti macchinari in versione “PACKAGE”, ovvero preassemblata, quindi già dotati di tutti i dispositivi di controllo, comando, regolazione, protezione e sicurezza necessari al buon funzionamento di tutto l'apparato.

Fase di decantazione, filtrazione ed analisi

Una volta avvenuta la reazione di scambio ionico, tutta la massa fluida sarà estratta dal reattore caldo e inviata ad uno scambiatore di calore che recupererà parte dell'energia termica da utilizzare per preriscaldare la nuova carica che dovrà essere trattata nel reattore caldo.

A valle dello scambiatore, la massa fluida verrà inviata ad un decantatore che separerà la fase liquida dai fanghi.

Terminata la decantazione, i fanghi saranno essiccati, campionati e analizzati presso laboratori certificati, per essere sottoposti a controlli mediante Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) e/o con metodica FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), atti a verificare l'assenza di fibre d'amianto (limite <0,1% in peso DM 06/09/94 allegato 1).

La componente liquida non conterrà inquinanti ma sarà semplicemente ricca di ioni metallici. In un futuro impianto a scala industriale, che produce quantità significative di effluenti liquidi, i metalli verranno potenzialmente recuperati con processo elettrochimico. La componente solida sarà analizzata con le stesse modalità previste dalla normativa vigente per le analisi dei terreni, per verificare l'assenza di fibre di amianto e per valutarne all'esito il possibile utilizzo in agricoltura.

Le fasi liquide estratte saranno interamente trattate con un sistema a filtri assoluti così da eliminare ogni minima traccia di fibre di amianto che dovessero essere ancora presenti. Per tale operazione si prevede di utilizzare il dispositivo raffigurato in fig. 15, prodotto della VEDANI s.r.l., ditta specializzata che opera da tempo nel settore ed occupa un'importante posizione di mercato. Così come la parte fangosa, anche per la parte liquida verranno effettuati dei campionamenti ed analisi.

	
<p style="text-align: center;">Fig. 14 - Generatore di calore ad olio diatermico.</p>	<p style="text-align: center;">Fig. 15 - Dispositivo di filtrazione per liquidi a filtri assoluti.</p>

Ovviamente, nel prototipo di progetto, il riutilizzo della componente liquida e della solida non è minimamente prevedibile, per cui gli stessi saranno conferiti presso impianti di trattamento autorizzati allo smaltimento, previo espletamento delle necessarie determinazioni analitiche.

Gestione delle emergenze

In merito alle operazioni di movimentazione/trattamento dei materiali contenenti amianto devono essere considerate le seguenti emergenze:

- Sversamenti accidentali dei rifiuti dagli automezzi di trasporto;
- Fuoriuscite di percolato durante le operazioni di allacciamento delle autobotti;
- Diffusione anomala di polveri;
- Rottura dell'imballo dei rifiuti contenenti amianto;
- Incendi di qualsiasi natura.

Per la gestione di questo tipo di emergenze è stato affidato incarico a ditta specializzata che ha dovuto superare una qualificazione tecnico-professionale prima della stipulazione del contratto di pronto intervento da cui si evinceva:

- l'avvenuta informazione e formazione degli addetti circa il rischio amianto;
- le cautele da osservare durante la manipolazione di materiali contenenti amianto;
- l'esistenza di sorveglianza sanitaria periodica;
- la disponibilità di attrezzature idonee a tali interventi di urgenza, sia in termini qualitativi che quantitativi;
- l'iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Rifiuti alle categorie 10A e/o 10B.

Tale attività verrà svolta dalla Società REI Recupero Ecologico Inerti Srl, C.F. e P.IVA: 03511800751, con sede in Via B. A. D'Aragona n. 5, Cavallino (LE), Iscrizione Albo Gestori Ambientali n. BA-009481 (cat. 4D, 5D, 10a classe C)

Nel caso di impreviste rotture dei bags contenenti MCA nelle fasi di scarico, l'operatore addetto provvederà:

1. ad allontanarsi immediatamente dalla zona interessata;
2. avvertire il responsabile di impianto;
3. richiedere l'intervento della ditta specializzata per la rimozione dei materiali contenenti amianto;
4. indossare i DPI necessari (idonea tuta a perdere, guanti, calzari, maschera semifacciale in gomma munita di filtri P3),
5. ritornare nella zona interessata e delimitare la stessa tramite nastro bianco-rosso;
6. impedire l'accesso agli estranei;
7. effettuare un primo intervento di messa in sicurezza della zona interessata, tramite:
 - umidificazione della zona tramite bocchetta presente nella zona di abbancamento
 - copertura della stessa con teloni appositamente presenti in struttura;
8. attendere l'arrivo della ditta incaricata;

9. smaltire correttamente i DPI utilizzati assieme agli altri rifiuti prodotti

Il responsabile di impianto (PRO) provvederà a:

- sovrintendere alle operazioni di messa in sicurezza;
- se necessario, segnalare l'incidente all'Organo di vigilanza competente (SPESAL) per il sopralluogo e l'eventuale monitoraggio di verifica;

Nel caso di sversamenti accidentali di liquidi provenienti di lavaggio dall'interno dell'impianto pilota l'azienda dovrà utilizzare nell'attesa dell'arrivo della ditta specializzata nella gestione delle emergenze:

- idonee attrezzature adeguate ad impedire la dispersioni e sgocciolamenti e provvederà all'assorbimento in caso di sversamento accidentale di materiale tramite DREAM SORB, polvere granulare assorbente universale che sarà trattata successivamente come rifiuto contenente amianto;
- Utilizzerà nel caso una barriera flessibile antisversamento atta ad impedire inquinamento di liquidi nelle più svariate e difficili situazioni. Tale barriera è prontamente posizionabile e aderente al pavimento;

La ditta specializzata incaricata alla gestione delle emergenze ambientali provvederà alla messa in sicurezza dei frammenti eventualmente fuoriusciti, alla pulizia ad umido della zona interessata. Tali attività saranno svolte con le seguenti misure di sicurezza:

- uso di dispositivi di protezione delle vie respiratorie;
- uso di tute intere a perdere;
- smaltimento dei residui (compresi tute e filtri) come materiale contenente amianto secondo le indicazioni della normativa vigente.

Nel caso di interruzioni dell'alimentazione elettrica l'azienda proponente, al fine di garantire una costante depressione all'interno dell'impianto, prevede l'installazione di un gruppo elettrogeno di emergenza, dotato di centralina di avvio automatico in caso di mancanza di tensione elettrica, al fine di mantenere in costante depressione i locali dell'impianto.

Monitoraggio aria

Onde scongiurare eventuali dispersioni di fibre, verranno eseguiti dei campionamenti ambientali sia all'interno delle aree confinate dell'impianto che all'esterno, il tutto, dalla fase di avviamento dell'impianto fino al suo smantellamento e/o restituzione dell'area bonificata.

In particolare, i punti di campionamento individuati sono: area stoccaggio e polverizzazione MCA, unità di decontaminazione, impianto di trattamento di MCA, deposito attrezzature esterno.

La determinazione e quantificazione dell'eventuale presenza di fibre sarà espletata da appositi laboratori certificati, ed avverrà tramite tecniche analitiche MOCF con microscopio elettronico a scansione (SEM) e/o con metodica FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy).

La Società proponente si avvarrà dei seguenti laboratori:

- Studio Effemme Chimica Applicata S.r.l., Via Papa Paolo VI - 73018 Squinzano (LE);
- LEBSC srl, Via E. Mattei 4, 40050 Castello d'Argile (BO).

Gestione finale dei rifiuti

La gestione dei rifiuti prodotti all'interno dell'impianto pilota sarà conforme alla parte Quarta del D.Lgs. 152/06 "NORME IN MATERIA DI GESTIONE DEI RIFIUTI E DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI" in termini di deposito temporaneo di cui all'art. 183, comma 1 lettera m.

Tutti i rifiuti prodotti saranno conservati in appositi contenitori in polietilene con coperchio stagno, pesati, etichettati e registrati, e successivamente consegnati ad aziende autorizzate al trasporto ai sensi dell'art. 212.

Tale attività di trasporto verrà svolta dalla Società *REI Recupero Ecologico Inerti Srl*, C.F. e P.IVA: 03511800751, con sede in Via B. A. D'Aragona n. 5, Cavallino (LE), Iscrizione Albo Gestori Ambientali n. BA-009481 (cat. 4D, 5D, 10a classe C).

L'attribuzione del relativo codice CER avverrà sulla scorta di specifiche determinazioni effettuate da laboratorio qualificato che emetterà specifici rapporti di prova contenenti la caratterizzazione delle varie tipologie di rifiuti.

La Società proponente si avvarrà dei seguenti laboratori:

- Studio Effemme Chimica Applicata S.r.l., Via Papa Paolo VI - 73018 Squinzano (LE);
- LEBSC srl, Via E. Mattei 4, 40050 Castello d'Argile (BO).

In questa sede si può preliminarmente prevedere che i rifiuti prodotti saranno delle seguenti tipologie:

- 19.02.05 - Fanghi prodotti da trattamento chimico-fisici contenenti sostanze pericolose;
- 19.02.06 - Fanghi prodotti da trattamento chimico-fisici contenenti sostanze non pericolose;
- 19.02.11 - Altri rifiuti contenenti sostanze pericolose;
- 15.02.02 - Assorbenti, materiali filtranti (inclusi filtri dell'olio non specificati altrimenti), stracci e indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose.

Considerando la tipologia e quantità minime di rifiuti in uscita dall'impianto si prevede di conferire gli stessi presso gli impianti della Siderurgica Signorile Srl, situata in via dei Fiordalisi snc (Zona ASI), Bitonto (BA).

Eventuali cambi di destinazione dei rifiuti, cagionati da situazioni impreviste, verranno tempestivamente comunicati alle Autorità competenti e agli Enti interessati.

Tuttavia tutte le eventuali saranno tempestivamente comunicate agli Enti interessati

Gestione del rischio chimico

Obiettivo dell'impianto di progetto è quello di raggiungere l'impatto zero nel breve periodo, posto che la fase residuale finale non presenta nè ferro nè alluminio allo stato metallico ma in aggregati minerali compatibili con la composizione del suolo. Nel dettaglio, l'alluminio utilizzato per la stabilizzazione della trasformazione

chimica dell'amianto in minerali alternativi viene convertito in minerali inerti dal punto di vista tossicologico; idem per il ferro, che viene utilizzato sotto forma di sale e convertito in minerali compatibili con la composizione del suolo. Quanto invece all'emissione di idrogeno-gas, l'azienda stava valutando la possibilità di produrlo a fini di recupero energetico da riutilizzarsi nell'impianto, ma dopo varie prove è risultato economicamente non vantaggioso. Ultime prove di laboratorio hanno consentito di ovviare completamente la formazione di gas idrogeno sostituendo alluminio e ferro con sali fosfatici di tali elementi. Nell'ottica del D.Lgs. n. 81/08 inerente gli adempimenti di igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro, la P.R.A. s.r.l. evidenzia che la redazione del D.V.R. (Documento di valutazione dei rischi) dovrà essere effettuata, secondo normativa, dal datore di lavoro insieme al servizio di prevenzione e protezione aziendale (SPP) preventivamente all'avvio di qualsiasi azione di montaggio nonché delle prove di avviamento e funzionamento dell'impianto e/o bonifica finale, tenuto conto delle mansioni dei lavoratori impegnati nell'impianto pilota. Com'è noto, il D.V.R. è un documento dinamico che andrà necessariamente aggiornato ogni qual volta intervengano delle modifiche all'interno dell'attività lavorativa e/o del processo produttivo, consentendo per questa via di individuare tutti i rischi connessi con tale attività.

Seguirà la formazione dei lavoratori ex art. 37 D.Lgs. 81/08, l'informazione degli stessi ex art. 36 D.Lgs. 81/08 nonché il necessario addestramento all'utilizzo delle attrezzature e delle procedure di sicurezza implementate nel D.V.R. La sorveglianza sanitaria sarà eseguita da medico competente, che dovrà partecipare attivamente alla valutazione dei rischi. L'azienda provvederà inoltre a formare i lavoratori anche sotto il profilo delle emergenze, mettendo a loro disposizione tutti i documenti inerenti la sicurezza (tra cui le schede dei prodotti chimici utilizzati). In ultimo, la P.R.A. s.r.l. trasmetterà allo SPESAL territorialmente competente il DVR prima di qualsiasi attività in modo da poter recepire le osservazioni che l'Ente riterrà necessarie.

Conclusioni

L'impianto di progetto, ha una limitata **potenzialità di trattamento non continuativo**, dell'ordine massimo **di 20 kg/ciclo di materiali contenenti amianto (MCA), con previsione di un unico ciclo giornaliero (max 400 kg/mese).**

I cicli sperimentali saranno esclusivamente finalizzati all'ingegnerizzazione del processo di trattamento dei rifiuti (siero di latte e MCA) volti al loro recupero e quindi di **messa a punto di un prototipo d'impianto in scala e non già alla conduzione di un processo industriale produttivo finito.**

Inoltre l'azienda proponente dedicherà un'area dedicata al descritto impianto confinata rispetto all'esterno, effettuando dei monitoraggi specifici ed operando nel rispetto delle normative ambientali ed igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro.