



LEGAMBIENTE

Liberi dall'amianto?

I ritardi dei piani regionali,
delle bonifiche e delle
alternative alle discariche

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

A cura dell’Ufficio Scientifico di Legambiente

Con il contributo dell’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IIA).

Si ringraziano i funzionari e gli uffici di competenza delle Regioni che hanno risposto al questionario sui "Piani Regionali Amianto".

Sommario

PREMESSA	4
I RITARDI DELLE REGIONI ALLA SFIDA DELL’AMIANTO	12
1.1 I PIANI REGIONALI AMIANTO (PRA)	13
1.2 CENSIMENTO E MAPPATURA	15
1.3 STATO DI AVANZAMENTO DELLE BONIFICHE SUL TERRITORIO REGIONALE	19
1.4 MONITORAGGIO.....	21
1.5 IMPIANTI DI SMALTIMENTO	22
1.6 COSTI E INCENTIVI.....	25
1.7 FORMAZIONE E INFORMAZIONE	27
2 GLI ASPETTI SANITARI DELL’AMIANTO IN ITALIA.....	29
3 RELAZIONE TECNICA SULLO STATO ATTUALE DELLE TECNOLOGIE ESISTENTI PER L’INERTIZZAZIONE DELL’AMIANTO	31
3.1 INTRODUZIONE DELLE TECNOLOGIE ESISTENTI	31
3.2 TRATTAMENTI TERMICI	35
3.2.1 Trattamenti termici semplici.....	36
3.2.2 Trattamenti termici con ricristallizzazione controllata	37
3.2.3 Trattamenti termici in presenza di altri materiali inorganici	38
3.2.4 Trattamenti con microonde	39
3.3 TRATTAMENTI CHIMICI.....	42
3.3.1 Trattamenti chimici classici (subcritici)	42
3.3.3 Trattamento con agenti riducenti	44
3.4 TRATTAMENTI MECCANOCHIMICI.....	46
3.5 CONFRONTO TRA LE MACROCATEGORIE.....	47
3.6 CONCLUSIONI	48
Bibliografia.....	49

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Fonti

Legambiente, Questionari sui "*Piani Regionali Amianto*" inviato alle Regioni. Febbraio - Aprile 2018.

Legge n.257 del 27/03/1992 "*Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto*".

Sito Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare:

http://www.bonifiche.minambiente.it/piano_amianto.html

INAIL, "*Registro Nazionale dei Mesoteliomi - V Rapporto*". Edizione 2015

Legambiente "*I ritardi dei Piani regionali per la bonifica dell'amianto*". Aprile 2015

OMS "*International Programme on Chemical Safety*", Scheda Informativa 2017 (http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/asbestos/en/)

ISPRA "*Rapporto Rifiuti Speciali*" edizione 2017 n. 264

SIGEA "*Rischio amianto in Italia: da minerale pregiato a minaccia per la salute e per l'ambiente*", SIGEA - Novembre 2017

AIEA Associazione Italiana Esposti Amianto

(<http://www.associazioneitalianaespostiamianto.org/>)

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

PREMESSA

*Ad oltre venti anni dalla L. 257/1992 che ha previsto la cessazione dell'impiego dell'amianto sull'intero territorio nazionale, oggi il tema degli effetti sulla salute dell'inalazione di fibre aerodisperse e della prevenzione dei rischi è ancora al centro dell'attenzione della comunità scientifica, dell'opinione pubblica e delle autorità. Le ragioni sono da ricercarsi nella **dimensione numerica degli esposti prima del provvedimento di bando (che per l'Italia è amplissima), nella drammaticità del quadro clinico e delle prospettive di vita (in termini di sopravvivenza e in termini di qualità fisica, psicologica e relazionale) degli ammalati e della specificità delle caratteristiche eziopatologiche (che per il mesotelioma sono notoriamente l'assenza di un livello di dose inalata associabile ad un rischio nullo, la robustezza della relazione dose-risposta e la latenza estremamente lunga dall'inizio dell'esposizione).***

Con queste parole si apre il V rapporto del Registro Nazionale dei mesoteliomi (ReNaM), redatto nel 2015 dall'Inail. E non poteva essere altrimenti visti i 3,7 milioni di tonnellate di amianto grezzo prodotte in Italia tra il 1945 e il 1992 e 1,9 milioni di tonnellate importate nello stesso periodo.

Numeri e quantità che si traducono, a distanza di 26 anni dalla messa la bando dell'amianto nel nostro Paese, in **21.463 casi di mesotelioma maligno diagnosticati tra il 1993 e il 2012**, di cui **il 93% dei casi a carico della pleura e il 6,5% (1.392 casi) peritoneali, e oltre 6mila morti all'anno.**

In occasione della giornata mondiale delle vittime dell'amianto del 28 Aprile, Legambiente ribadisce l'urgenza e la necessità improrogabile per il nostro Paese di agire attraverso una concreta azione di risanamento e bonifica del territorio, che passa attraverso la rimozione dell'amianto dai numerosi siti industriali, edifici pubblici e privati che ci circondano quotidianamente e che ci rendono ancora oggi inconsapevolmente esposti alla fibra killer.

Per raggiungere questo ambizioso quanto necessario obiettivo Legambiente ha deciso di continuare la sua lotta contro l'amianto aggiornando le informazioni sulle attività che le Regioni stanno mettendo in campo, con grandi difficoltà e con enormi ritardi - visto che sono passati oltre 26 anni dalla Legge che ha messo al bando la pericolosa fibra - per risolvere il problema. Come negli anni precedenti è stato inviato un questionario agli uffici competenti sul territorio regionale, per conoscere lo stato dell'arte dei Piani Regionali Amianto che sono il primo strumento necessario per capire l'entità del problema nel nostro Paese e le conseguenti risorse economiche, ma non solo, necessarie da mettere in campo. Le informazioni ottenute mostrano ancora una volta un quadro allarmante, come si evincerà nei paragrafi successivi, per disomogeneità di conoscenze e informazioni a livello territoriale, ritardo nell'adempimento degli obblighi di legge,

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

mancanza di bonifiche, impiantistica e campagne di informazione e sensibilizzazione ai cittadini. Questa le conclusioni e la triste sintesi alla luce della nostra inchiesta.

L'INCHIESTA DI LEGAMBIENTE

Il Piano Regionale Amianto ancora non è stato approvato in tutte le Regioni (dopo 26 anni dalla Legge 257 che prevedeva la loro pubblicazione entro 180 dall'entrata in vigore della stessa): **mancano ancora all'appello il Lazio e la provincia Autonoma di Trento mentre resta indefinita la situazione in Abruzzo, Calabria e Molise** che non hanno risposto al questionario nel 2018 e nell'edizione precedente (del 2015) avevano dichiarato di non averlo ancora approvato.

Il censimento è stato fatto in sei 6 delle 15 Regioni (il 40%), pur con qualche specifica o limitazione, mentre le restanti 9 Regioni hanno dichiarato di avere ancora in corso la procedura di censimento del territorio: Basilicata, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Puglia, Sardegna, Sicilia, Veneto e nella Provincia Autonoma di Bolzano.

Seppur ancora parziale, in tutto risultano censite oltre 370mila strutture nel territorio nazionale per un totale di quasi 58milioni di metri quadrati di coperture in cemento amianto; numeri decisamente in crescita rispetto all'indagine del 2015 (**rispettivamente +62% e +469%**) a dimostrazione di quanto l'entità e la presenza di amianto in Italia sia stata fino ad oggi largamente sottostimata e di come l'avanzamento delle attività di censimento, seppur a rilento, sia fondamentale per conoscere esattamente lo stato dell'arte nel nostro Paese.

Di queste 370 mila strutture censite dalle regioni, **20.296 sono siti industriali** (quasi il triplo rispetto all'indagine del 2015 che ne riportava solamente 6.913), **50.744 sono edifici pubblici** (+10% rispetto al 2015%), **214.469 sono edifici privati** (+50% rispetto al 2015%), **65.593 le coperture in cemento amianto** (+95% rispetto al 2015%) e 18.945 altra tipologia di siti (dieci volte di quanto censiti nel 2015).

La mappatura dell'amianto, il secondo step previsto dalla legge 257/92, è stata realizzata da **7 le amministrazioni (Campania, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Sardegna, Valle d'Aosta e Provincia Autonoma di Trento)**; è ancora in corso in Basilicata, nella provincia autonoma di Bolzano, Friuli Venezia Giulia, Piemonte, Sicilia e Veneto. Non risulta fatto nel Lazio. Stando ai dati forniti nel 2015, la mappatura risulterebbe completata anche in Liguria, Lombardia, Molise Toscana e Umbria mentre era in ancora in corso in Calabria. Non risultano dati per l'Abruzzo.

Attualmente la Banca Dati Amianto coordinata dal ministero dell'Ambiente riporta 86.000 siti mappati su tutto il territorio nazionale; le risposte pervenute dalle regioni che hanno partecipato all'indagine di Legambiente riportano **66.087 siti mappati per un**

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

totale di oltre 36,5 milioni di metri quadrati di coperture (la differenza è dovuta alla mancata risposta da parte di alcune amministrazioni). Ma se fino a tre anni fa erano stati individuati oltre 300 siti in classe di priorità 1, ovvero a maggior rischio, su cui avviare da subito le azioni di risanamento, i **risultati della nostra indagine fotografano invece una realtà molto più allarmante: sono infatti saliti a 1.195 i siti ricadenti in I Classe (triplicati quindi nei tre anni di aggiornamento dei dati) e a 12.995 quelli in II Classe (8.214 in Piemonte e 1.357 nelle Marche).**

A rilento le attività di bonifica dei siti, l’unica attività in grado di mettere in sicurezza la salute delle persone che abitano o lavorano in ambienti contaminati: 6.869 sono infatti gli edifici pubblici e privati bonificati, più o meno gli stessi indicati nel 2015 (nel 2015 erano 27.020 di cui 22.075 solo in Lombardia che, però, non ha fornito il dato in questo aggiornamento del 2018). Numeri impietosi, quelli delle bonifiche, che si riflettono sulle quantità di materiali smaltite in discarica nel 2015 (fonte Ispra): **369mila tonnellate di rifiuti contenenti amianto prodotti** (71% al Nord, 18,4 al Centro e 10,6 al Sud), di cui **227mila tonnellate smaltite in discarica e 145mila tonnellate esportati nelle miniere dismesse della Germania a fronte di quasi 40 milioni di tonnellate di amianto presenti sul territorio.**

E non sono assolutamente sufficienti gli impianti di smaltimento presenti e previsti sul nostro territorio: **le regioni dotate di almeno un impianto specifico per l’amianto sono solamente 8 (erano 11 fino a tre anni fa) per un totale di 18 impianti (in Sardegna e Piemonte ce ne sono 4 - di cui uno per le sole attività legate al SIN di Casale Monferrato in Piemonte - 3 in Lombardia – di cui 1 attivo e due autorizzati ma non ancora in esercizio - 2 in Basilicata ed Emilia Romagna, 1 solo l’impianto esistente in Friuli Venezia Giulia, Puglia e nella Provincia Autonoma di Bolzano – che non riceve più materiali dal 2014).**

Le volumetrie residue comunicate con i questionari sono pari a 2,7 milioni di metri cubi (un terzo in meno rispetto ai 4,1 milioni di mc del 2015) e sarebbero a malapena sufficienti a smaltire i soli quantitativi già previsti, ad esempio, dal Piano Regionale della Regione Piemonte che stima in 2milioni di metri cubi i quantitativi delle coperture in cemento amianto ancora da bonificare.

Per fare chiarezza sulle possibili soluzioni alternative allo smaltimento in discarica dei materiali contenenti amianto che, come abbiamo visto, rappresenta uno snodo fondamentale per superare lo stallo in cui ci si trova da oltre vent’anni, abbiamo richiesto **uno approfondimento all’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IIA).**

Tutti i processi di inertizzazione considerati e analizzati dal CNR, raggruppabili nelle tre macrocategorie “trattamenti termici” “trattamenti chimici” e “trattamenti

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

meccanochimici” mostrano, come era lecito aspettarsi, luci ed ombre per ogni tipologia di trattamento, come verrà meglio delineato nel capitolo 3 del presente rapporto.

Al di là dei singoli brevetti ed esperienze analizzate e confrontate, le conclusioni del CNR portano ad una serie di utili riflessioni:

“il livello di industrializzazione di alcune tecnologie è oggi in grado di affrontare questa problematica in maniera tecnicamente soddisfacente, sia dal punto di vista della sicurezza del processo sia per quanto riguarda la qualità dei sottoprodotti ottenuti. In particolare, sono disponibili numerose applicazioni di trattamenti termici e chimici che permetterebbero di degradare in maniera affidabile l'amianto. Attualmente, tutte queste tecnologie sono più costose rispetto al collocamento in discarica: questo potrebbe essere considerato il motivo principale del basso livello di diffusione di questi processi. Il costo dei processi di degradazione dell'amianto è dovuto a diversi fattori, come il consumo di energia per la produzione di calore (eventualmente sotto forma di microonde), il consumo e lo smaltimento di prodotti chimici, eccetera. Di conseguenza, ciascuna tecnologia presenta vantaggi e svantaggi. Al fine di selezionare le strategie ottimali di trattamento, il fattore di maggiore interesse è la possibilità di ottenere un sottoprodotto riutilizzabile: questo permetterebbe sia di ridurre i costi di processo, sia di migliorare la sostenibilità ambientale del trattamento dell'amianto, inserendolo in un contesto di economia circolare.

Dal punto di vista dell'**incentivazione economica** messa in campo dalle Regioni per facilitare i cittadini nella rimozione e smaltimento dei rifiuti contenenti amianto, sono diverse le voci riportate nei questionari di 13 Regioni: si va dalla detrazione Irpef al 50% prorogata in Emilia Romagna per tutto il 2018 ai rimborsi del 50-60% della spesa sia per privati che per aziende messe in campo dalla Sardegna alla provincia autonoma di Bolzano; piccoli bandi e finanziamenti a fondo perduto ai comuni sono stati fatti da Lombardia e Basilicata mentre in Puglia 9 milioni di euro sono stati destinati in 3 bandi differenti per la rimozione di rifiuti contenenti amianto.

Sebbene le Regioni hanno provato a smuovere qualcosa con questi finanziamenti e incentivi, le iniziative risultano comunque troppo limitate per progredire in maniera significativa e veloce.

L'ultima volta che è stata data una importante scossa al risanamento e alla bonifica del territorio risale all'applicazione del sistema di incentivazione per la sostituzione dell'Eternit con i pannelli fotovoltaici di quasi 10 anni fa. Una misura che, attivata su tutto il territorio nazionale, aveva portato ottimi risultati nelle operazioni di bonifica.

Non sufficientemente strutturati e radicati nei territori le attività di formazione del personale tecnico (Asl, Arpa, medici del lavoro etc), attraverso programmi e momenti di aggiornamento **che risultano essere stati redatti solo in 8 Regioni e 1 P.A** (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia (ogni 3 anni), Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Valle d'Aosta, Veneto e P.A. di Trento).

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Analogo discorso va fatto anche alle attività di formazione e informazione rivolta invece ai cittadini che, seppur risultino essere state fatte in 13 regioni e P.A. (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Sicilia, Valle d’Aosta, Veneto, P.A. Bolzano e P.A. Trento), **sono comunque risultate essere poche, sporadiche, spesso risalenti a diversi anni fa.** Vista l’importanza e la pericolosità del tema trattato, dovrebbero invece essere realizzate con maggior frequenza e capillarità nei territori anche perché, ad oggi, ancora non risultano essere attivati gli sportelli amianto. Un importante strumento di sensibilizzazione, informazione e indirizzo nei confronti dei cittadini che si ritrovano spesso costretti a girare per aziende sanitarie, uffici regionali, settori e agenzie che non sono strutturate per risolvere i problemi in maniera esaustiva.

Il piano nazionale amianto

Secondo i dati forniti dal Ministero dell’Ambiente (aggiornati a novembre 2017), che ha ricevuto l’incarico di realizzare, di concerto con le Regioni, la mappatura completa della presenza di amianto sul territorio nazionale (il cosiddetto Piano Nazionale Amianto), **in Italia ci sono circa 86.000 siti interessati dalla presenza di amianto, di cui 7.669 risultano bonificati e 1.778 parzialmente bonificati.** Tra questi siti rientrano anche i **779 impianti industriali (attivi o dismessi) censiti** (l’aggiornamento in questo caso è risalente al giugno 2014) e i **10 SIN (siti di Interesse Nazionale da bonificare) che presentano problemi connessi al rischio amianto.**

Numeri che lo stesso Ministero dell’Ambiente ritiene essere sottostimati, in quanto i dati raccolti dalle Regioni – che hanno utilizzato criteri non omogenei nella raccolta dei dati - non consentono ancora una copertura omogenea del territorio nazionale.

Difficoltà quindi ad avere un quadro esaustivo a livello nazionale non solo per la disomogeneità dei dati raccolti (nonostante *“le modalità di esecuzione della mappatura sono state concordate e definite a livello nazionale con le stesse regioni e province autonome che hanno creato un apposito Gruppo Interregionale Sanità ed Ambiente”*) ma anche in virtù del fatto che non tutte le Regioni forniscono regolarmente l’aggiornamento annuale dei dati sul censimento e sulla mappatura come invece prevede obbligatoriamente la legge (il termine stabilito è il 30 giugno di ogni anno).

Uno degli obiettivi del Piano nazionale Amianto era anche arrivare ad una razionalizzazione della normativa di settore; tale obiettivo era effettivamente una delle priorità in quanto in oltre 20 anni di produzione normativa, si era giunti ad una situazione ingarbugliata e spesso contraddittoria tra norma e norma, tanto da non rendere agevole e di facile interpretazione la procedura sia per il legislatore che per gli utenti.

In questa direzione di armonizzazione e semplificazione era volta la stesura del “Testo Unico per il riordino, il coordinamento e l’integrazione di tutta la normativa in

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

materia di amianto”, presentata nel novembre del 2016 al Senato, e realizzato dalla Commissione parlamentare d'inchiesta sul fenomeno degli infortuni e delle malattie professionali. Il provvedimento, che prevede 128 articoli suddivisi in otto titoli che toccano diverse materie (dall'ambiente alla sicurezza del lavoro, dallo sviluppo alla giustizia, dalla tutela della sicurezza sul lavoro alla tutela della salute collettiva) prevede delle novità rispetto al passato, come “*l'obbligo di denuncia e di bonifica, esteso a tutti gli edifici, compresi quelli privati*” per poter garantire una mappatura affidabile da parte di Regioni e Asl, oppure l'obbligo di “*trasmissione da parte del medico e dell'Asl ai Centri operativi regionali (Cor) delle informazioni relative ai pazienti, in caso di accertamento della malattia*” con la finalità di avere un registro tumori presso l'Inail (ReNaM) in continua evoluzione e aggiornamento. Altra novità prevista l'istituzione di una Agenzia Nazionale Amianto che dovrebbe diventare il punto di riferimento generale per i molteplici settori che riguardano l'amianto.

Il Testo Unico è al momento ancora fermo in Senato. In questa fase sarebbe opportuno intervenire per migliorarlo in molti aspetti e contenuti:

- quello relativo al “rischio zero”, ovvero che venga stabilito “a tavolino” un limite di concentrazione per i diversi tipi di impiego sotto il quale è ritenuto nullo il rischio mentre sarebbe da intendere come possibile valore che segnala la pericolosità dell'amianto per le persone esposte in quell'ambiente;
- nello stabilire il superamento dei termini di prescrizione per questo tipo di reati legati alla tutela della salute;
- nel superare il conflitto di interessi esistente a carico dell'Inail che è nello stesso tempo ente riconoscitore della correlazione e ente risarcitore;
- nell'affrontare il problema della presenza dell'amianto nelle acque, visto il largo utilizzo del minerale nelle condutture idriche ancora in attività in alrga parte del Paese;
- nello stabilire procedure uniche per la definizione dello stato di degrado delle coperture in c.a. vista la differenza di valutazione applicata da regione a regione;
- uniformando il prezzario per gli interventi di bonifica sul territorio;
- prevedendo e incentivando l'attivazione della “micro raccolta” (esperienza già adottata da numerosi comuni) che, coinvolgendo le Aziende Municipalizzate per la raccolta dei RSU, vada incontro alle necessità di privati cittadini per lo smaltimento di limitate quantità di materiali contenenti amianto, limitando così anche il diffondersi di pratiche di abbandono incontrollato di rifiuti.

Sarebbero ancora molte le voci in cui poter intervenire o gli argomenti da introdurre nel Testo Unico, così come sarebbero ulteriormente da incentivare le attività di sostituzione delle coperture in amianto con pannelli fotovoltaici, come già avvenuto in passato, che avevano dato dei buoni risultati e visto la partecipazione di numerose imprese e privati. È partita recentemente una petizione per il ripristino di questa forma di incentivazione che nel giro di pochi giorni ha già raggiunto oltre 37mila firme e che riteniamo utile per

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

riportare all'attenzione del prossimo governo una iniziativa concreta e utile per i cittadini. (<https://www.change.org/p/stop-al-killer-silenzioso-bastaamianto-minambienteit-minsviluppo-ripristiniamo-gli-incentivi-per-chi-bonifica-tetti-e-passa-al-fotovoltaico>)

Le proposte di Legambiente

Dal quadro emerso nell'indagine di Legambiente **sono tre le questioni prioritarie di intervento che sia a livello nazionale che regionale devono essere affrontate con la massima urgenza e riguardano:**

- **i “numeri” dell'amianto in Italia**
- **lo smaltimento**
- **la leva economica.**

I numeri dell'amianto infatti sono ancora troppo incerti e sottostimati: **bisogna completare il censimento e la mappatura dei siti contenenti amianto**, che ancora oggi risultano incerti e disomogenei da regione a regione. La crescita notevole ad esempio dei siti censiti in I classe (che sono passati da poco più di trecento a quasi 1.900 nel giro di tre anni e che sono quelli “a maggior rischio su cui si dovrebbe avviare da subito le azioni di risanamento) ci fa capire come prima si avrà un quadro dettagliato, omogeneo e completo della situazione e prima si capirà di che quantitativi di amianto sono ancora da rimuovere in Italia

Inevitabilmente, capendo di che quantità si parla, bisogna intervenire per tempo sui siti e sulle modalità di smaltimento dei materiali: il numero esiguo di discariche presenti nelle Regioni (e neanche in tutte ma solo in alcune) incide sia sui costi di smaltimento che sui tempi di rimozione, senza tralasciare la diffusa pratica dell'abbandono incontrollato dei rifiuti. Non è più sostenibile l'esportazione all'estero dell'amianto rimosso nel nostro Paese, è giunta l'ora di provvedere a **omogeneizzare l'impiantistica su tutto il territorio nazionale. Impiantistica che non riguarda ovviamente solo le discariche di smaltimento ma anche gli impianti con le tecnologie innovative e certificate di inertizzazione**, come la stessa comunità europea invita a fare. Al momento dei 17 progetti e brevetti di inertizzazione analizzati dal CNR-IIA, sono solo un paio quelli che potrebbero essere effettivamente realizzati su scala industriale (e non solo come prototipi). Bisogna destinare risorse economiche anche in questo settore per permettere lo sviluppo e l'implementazione delle varie tecnologie, prioritariamente a quelle che permettono il recupero degli inerti ottenuti ed il successivo riutilizzo nell'edilizia e nella cantieristica, in linea con gli

Dal punto di vista della leva economica, bisogna ripristinare e rendere stabile e duraturo il sistema degli incentivi per la sostituzione eternit/fotovoltaico, come fatto in passato. L'unico strumento risultato molto efficace che ha portato ad esempio alla bonifica di 100.000 metri quadri di coperture e oltre 11 MWp di impianti fotovoltaici installati e connessi alla rete in tutta Italia.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

A queste priorità individuate vanno accompagnate, ovviamente, maggiori attività e campagne di informazione sui territori, non solo per gli addetti ai lavori (come già accade) ma soprattutto per i cittadini. Su una tematica così complessa e delicata non si possono lasciare i cittadini da soli nell’individuazione della possibile presenza di amianto negli immobili e manufatti di proprietà; così come non possono essere lasciati da soli nella scelta del percorso di “bonifica” da intraprendere o nelle spese da sostenere. Gli sportelli amianto, dei centri a cui il cittadino può rivolgersi in prima battuta per avere informazioni precise e dettagliate, non hanno ancora minimamente raggiunto la distribuzione e capillarità necessaria per essere efficaci.

Una buona esperienza, replicabile su ogni territorio, è quella maturata in Sicilia, dove la Regione, nell’ambito del programma di interventi della regione siciliana 2016/2017 “Sicilia e consumatori : diritti e tutele”, ha promosso insieme a Legambiente Sicilia una campagna di informazione, sensibilizzazione e assistenza rivolta ai cittadini e ai consumatori sui pericoli per la salute e l’ambiente derivanti dall’esposizione all’amianto al fine di aumentare la consapevolezza sul fenomeno e le conoscenze circa gli strumenti per ridurre e prevenire i rischi dall’inquinamento da fibre d’amianto, a cui hanno lavorato anche altre associazioni territoriali come Movimento difesa del cittadino, Federconsumatori, Confconsumatori, Aduc funzione Sociale ed Omnia (<http://www.liberidallamianto.it/>).

Altra esperienza positiva da segnalare, per poter essere replicata anche da altre parti, è quella maturata in Puglia dove da alcuni anni è partita la campagna “Puglia eternit free”, la prima campagna regionale di informazione sul rischio amianto promossa da Legambiente Puglia – con il patrocinio dell’Assessorato alla Qualità dell’Ambiente della Regione Puglia e la collaborazione di Teorema Spa – mirata alla rilevazione statistica di amianto nelle aree urbane, industriali e agricole. L’obiettivo della campagna è quello di fornire ai cittadini gli strumenti per difendersi dalla fibra killer: per questo è stato attivato un numero verde (800 131 026) a cui cittadini ed enti si possono rivolgere per richiedere un sopralluogo tecnico gratuito al fine di censire l’eventuale presenza di materiali e/o manufatti contenenti amianto e conoscere le opportune procedure per rimuoverlo riducendo l’impatto sulla salute.

Solo intervenendo rapidamente e concretamente su queste tematiche si darebbe lo slancio che porterebbe al risanamento ambientale e alla bonifica dei territori e ad un corretto smaltimento dei materiali contenenti amianto, azzerando una volta per tutte il rischio connesso con l’esposizione alla pericolosa fibra killer.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

I RITARDI DELLE REGIONI ALLA SFIDA DELL'AMIANTO

Per la prima volta nel 2010 Legambiente ha realizzato un primo rapporto sullo stato dell'arte dei Piani Regionali Amianto, per capire quale fosse la situazione a livello territoriale sugli obblighi delle Regioni in tema di amianto.

Nel 2015, a distanza di 5 anni dal primo lavoro, è stato fatto un secondo approfondimento sulle attività che le Regioni svolgono quotidianamente per la prevenzione e la salute dei cittadini e per la bonifica del territorio su cui viviamo.

Oggi, dopo otto anni, visto che il problema ambientale e soprattutto sanitario non sembra essersi arrestato ma, anzi, sembra incrementare di anno in anno come purtroppo ampiamente previsto dagli studi scientifici di settore, Legambiente ha riproposto nuovamente lo stesso questionario agli uffici regionali competenti in materia di amianto.

Le sette domande, sia specifiche che generali, hanno riguardato le seguenti questioni principali:

- Piano Regionale Amianto
- Censimento e Mappatura
- Stato di avanzamento delle bonifiche sul territorio regionale
- Monitoraggio
- Impianti di smaltimento
- Costi e Incentivi
- Attività di formazione e informazione

Al questionario inviato hanno risposto 15 tra Regioni e Province Autonome: mancano all'appello Abruzzo, Calabria, Liguria, Molise, Toscana e Umbria; non essendo stato possibile rintracciare quale struttura della Regione si occupi attualmente della tematica amianto o non avendo avuto risposta dai referenti individuati, per queste Regioni i dati riportati fanno riferimento al questionario ricevuto nel 2015.

La complessità dell'argomento e la trasversalità dei settori degli uffici coinvolti (da quello ambiente e territorio a quello rifiuti e bonifiche, passando per sanità e prevenzione o dalla protezione civile) hanno reso ancor più difficile la compilazione delle informazioni contenute nel questionario di Legambiente, ed hanno evidenziato ancora una volta come la mancanza di un coordinamento unico in materia a livello regionale sia probabilmente il primo passo da compiere per uscire dallo stallo in cui ci si trova ormai da 26 anni.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

1.1 I PIANI REGIONALI AMIANTO (PRA)

Il Piano Regionale Amianto, così come definito dalla Legge 257 del 1992, consiste nell’adozione da parte delle Regioni di un programma di protezione ambientale volto al censimento, alla rimozione e allo smaltimento dei materiali contenenti amianto. La Legge prevedeva, nei successivi 180 giorni dall’entrata in vigore, che le Regioni adottassero il piano amianto vista l’urgenza non solo ambientale ma anche e soprattutto sanitaria che stava emergendo.

Delle 15 Regioni che hanno fornito una risposta aggiornata al 2018, **13 su 15 (l’86% delle regioni) hanno dichiarato di aver approvato il Piano regionale Amianto (PRA)**; mancano all’appello Lazio e la provincia Autonoma di Trento. Alle 13 Regioni con il PRA approvato si aggiungono anche Liguria Toscana e Umbria che già nel 2015 avevano dichiarato di averlo approvato (la percentuale così scende al 76%), **mentre resta indefinita la situazione in Abruzzo, Calabria e Molise** che non hanno risposto nel 2018 e nell’edizione precedente del 2015 avevano dichiarato di non averlo approvato.

In questi 3 anni, dal questionario del 2015 a quello attuale del 2018, la situazione è dunque cambiata per le Regioni Puglia e Sardegna che hanno in questi anni approvato il PRA.

Le uniche amministrazioni regionali che hanno indicato una data per la completa rimozione dell’amianto sul proprio territorio sono la Basilicata (2099), Lombardia (che indicava nel PRAL il 2015 come data previsionale ma non vincolante), Sardegna (40 anni dall’approvazione del piano).

Tabella 1 stato di approvazione dei Piani regionali amianto e riferimenti normativi

Regione	Stato di approvazione al 2018	Normativa regionale di riferimento	VARIAZIONE Da 2015 al 2018
Abruzzo	Non Approvato *	L.R. 11/2009 del 4/8/2010	Nd
Basilicata	Approvato	L.R. 6/2011; In fase di aggiornamento	=
Calabria	Non approvato *	L.R. 14 del 27/04/2011	Nd
Campania	Approvato	D.C.R. n. 64/1 del 10/10/2001	=
Emilia-Romagna	Approvato	D.G.R. 738 del 26 aprile 2004 D.G.R. n. 1302 del 5 luglio 2004 D.G.R. n. 1945 del 4 dicembre 2017	=

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Regione	Stato di approvazione al 2018	Normativa regionale di riferimento	VARIAZIONE Da 2015 al 2018
Friuli Venezia Giulia	Approvato	L.R. 34/2017	=
Lazio	Non approvato	DGR 12 dicembre 1995 n.10538 DGR 10 novembre 1998 n.5892	=
Liguria	Approvato *	Legge n.5 del 6/03/2009; D.C.R. n. 105 del 20/12/1996	=
Lombardia	Approvato	L.R. 17/2003	=
Marche	Approvato	D.G.R. 3496/1997 e succ. mod./integraz.	=
Molise	Non approvato *	L.R. n. 20 del 7 maggio 2003	Nd
Piemonte	Approvato	L.R. 30/2008	=
Puglia	Approvato	D.G.R. n. 908 del 06/05/2015	+
Sardegna	Approvato	L.R. 22/2005 - D.G.R. n. 32/5 del 4/06/2008	+
Sicilia	Approvato	L.R. 10/2014 e L.R. 8/2016	=
Toscana	Approvato *	L.R 51/2013	=
Umbria	Approvato *	D.G.R. 9426 del 7/12/1995	=
Valle d’Aosta	Approvato	D.C.R. n.3188/XI del 5/04/2003 L.R. 22 dicembre 2015 n. 22	=
Veneto	Approvato	D.G.R. n.5455 del 3/12/1996 e mod./integraz D.G.R. 39 del 21/01/2013	=
P.A. Bolzano	Approvato	D.G.P. del 27/01/97 n. 274	=
P.A. Trento	Non approvato	D.G.P. del 20/11/98 n. 12801 e art.45ter L.P. n.5 del 3/04/2012	=

Fonte:

Elaborazione Legambiente su dati forniti da Regioni e Province autonome (Aprile 2018).

* Dati relativi al questionario 2015

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

1.2 CENSIMENTO E MAPPATURA

Le attività di censimento e mappatura dell’amianto previste nei piani regionali dalla Legge 257 del ’92 e, successivamente, stabilite e finanziate dal D.M. 101 del marzo 2003, dovevano essere svolte dalle autorità competenti e successivamente comunicate al Ministero dell’Ambiente per poter stabilire le priorità di intervento (e di finanziamento quindi) per la rimozione e la bonifica delle situazione più critiche.

Il quadro attuale vede 6 Regioni su 15 (il 40%) dichiarare di aver completato il censimento, pur con qualche specifica o limitazione, mentre il 60% (9 Regioni su 15) ha dichiarato di essere ancora in corso la procedura di censimento del territorio:

- **Censimento concluso:** Campania, Emilia Romagna, Marche (solo per edifici pubblici e imprese), Piemonte, Provincia Autonoma di Trento e Valle d’Aosta;
- **Censimento ancora in corso:** Basilicata, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Puglia, Sardegna, Sicilia, Veneto e nella Provincia Autonoma di Bolzano;

Rispetto al 2015 la situazione è cambiata per la Sardegna e per la provincia autonoma di Trento in cui, nel corso di questi anni, l’attività di censimento si è conclusa mentre per il Friuli Venezia Giulia (che nel 2015 aveva dichiarato concluso il censimento ma gli ultimi dati erano relativi al 2006) lo status attuale è di attività ancora “in corso” stando aggiornando evidentemente i dati rispetto al 2006.

Entrando nel dettaglio delle informazioni riguardanti il censimento che le amministrazioni ci hanno fornito, il questionario sottoposto alle autorità competenti chiedeva di specificare tipologia (siti con attività estrattive, impianti industriali, edifici pubblici, edifici privati, coperture con materiale in cemento amianto e siti contaminati di altra tipologia) ed estensione (mq) delle strutture censite; per le Regioni che non hanno risposto al questionario nel 2018 (Abruzzo, Calabria, Liguria, Molise, Toscana e Umbria), laddove disponibili, sono stati ripresi i dati comunicati in occasione della precedente indagine di Legambiente del 2015.

In tutto risultano censite oltre 370mila strutture nel territorio nazionale per un totale di quasi 58milioni di metri quadrati di coperture in cemento amianto; numeri decisamente in crescita rispetto all’indagine del 2015 (**rispettivamente +62% e +469%**) a dimostrazione di quanto l’entità e la presenza di amianto in Italia sia stata fino ad oggi largamente sottostimata e di come l’avanzamento delle attività di censimento, seppur a rilento, sia fondamentale per conoscere esattamente lo stato dell’arte nel nostro Paese. Di queste 370 mila strutture censite dalle regioni, **20.296 sono siti industriali** (quasi il triplo rispetto all’indagine del 2015 che ne riportava

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

solamente 6.913), **50.744 sono edifici pubblici** (+10% rispetto al 2015%), **214.469 sono edifici privati** (+50% rispetto al 2015%), **65.593 le coperture in cemento amianto** (+95% rispetto al 2015%) e 18.945 altra tipologia di siti (dieci volte di quanto censiti nel 2015).

Tabella 2 Censimento dell’amianto

Regione	Siti industriali	Edifici pubblici	Edifici privati	Coperture c.a.	Altri siti contaminati	mq totali censiti ⁽²⁾
Abruzzo*	614	4.369	5.544	-	-	221.817
Basilicata	1	In aggiorn.	In aggiorn.	In aggiorn.	In aggiorn.	n.d.
Calabria*	nd	nd	1.198	1.013	-	130.045
Campania	3	85	955	3.043		3.011.500
Emilia R.	100	1.020			58 ⁽¹⁾	
Friuli V.G.	637	150		752		2.271.660
Lazio		1.638				880.000
Liguria	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lombardia		24.979	180.011			4.988.590 mc
Marche	8	13.611		11.857		13.630.854
Molise*	55	30	236	-	23	nd
Piemonte	13.207	835	8.673	39.066	16.351 ⁽³⁾	24.898.574
Puglia ⁽⁴⁾	3.894	61	5.171	4.457	1.191	2.151.010
Sardegna	756	1.377	nd	662		8.034.858
Sicilia	471	615	9.378		1.203	
Toscana*	161	806	-	-	119	-
Umbria*	16	117	428	545	0	645.288
Valle d’Aosta	84	235	1.309	1.544		985.568
Veneto	245	738	329		0	
P.A. Bolzano	44	78	1.237	1.053	0	513.049
P.A. Trento				1.601		515.765
TOTALE	20.296	50.744	214.469	65.593	18.945	57.889.988

Fonte: elaborazione Legambiente su dati forniti da Regioni e Province autonome (aprile 2018)

* dati riferiti al questionario del 2015.

⁽¹⁾ la Regione indica anche “Altri siti dismessi (edifici ex civili ed ex produttivi)” nel numero di 41 ed “Altro”.

⁽²⁾ dato dalla somma dell’estensione delle coperture delle singole voci dei siti censiti dalle Regioni.

⁽³⁾ la Regione indica anche “Altro (attività commerciale, agricoltura, altro)” nel numero di 16.351.

⁽⁴⁾ per la Puglia, pur avendo risposto al questionario 2018, sono stati ripresi per la compilazione della tabella, i valori riportati nel questionario del 2015.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Oltre il censimento, le Regioni, sulla base di quanto previsto dalla Legge 93/2001 e il successivo DM 101/2003 dovevano realizzare, con il coordinamento del ministero dell’Ambiente, la “*Mappatura completa della presenza di amianto sul territorio nazionale*”, indicando il numero, l’ubicazione e il livello di rischio delle strutture contenenti amianto.

Ad oggi, stando alle risposte fornite nel 2018, sono **7 le amministrazioni che hanno dichiarato di aver completato tale attività (Campania, Emilia Romagna, Marche, Puglia, Sardegna, Valle d’Aosta e Provincia Autonoma di Trento)**; è ancora in corso in Basilicata, nella provincia autonoma di Bolzano, Friuli Venezia Giulia, Piemonte, Sicilia e Veneto. Non risulta fatto nel Lazio. Stando ai dati forniti nel 2015, la mappatura risulterebbe completata anche in Liguria, Lombardia, Molise Toscana e Umbria mentre era ancora in corso in Calabria. Non risultavano dati per l’Abruzzo

I risultati della mappatura vedono 66.087 siti, per un totale di oltre 36,5 milioni di metri quadrati di coperture, così suddivisi nelle cinque classi:

- 1.195 i siti mappati ricadenti in I Classe, di cui 804 solo in Piemonte.
- 12.995 i siti mappati in II Classe, di cui 8.214 in Piemonte e 1.357 nelle Marche.
- 9.040 i siti ricadenti in III Classe, di cui 5.493 nelle sole Marche.
- 27.265 i siti ricadenti in IV Classe, di cui 15.981 in Piemonte, 7.534 nelle Marche e 1.086 in Valle d’Aosta.
- 15.592 siti in V Classe, di cui 13.259 in Piemonte.

Numeri della mappatura cresciuti esponenzialmente rispetto al 2015, quando i siti riportati dalle amministrazioni regionali erano stati 25.560 (con un incremento quindi del 150%): i siti in Classe I, quella prioritaria in cui ci sarebbe subito da intervenire con maggior urgenza, sono passati da 360 a 1.195 (triplicati quindi in soli tre anni di aggiornamento dei dati).

La legge impone, ai fini della mappatura, che regioni e province autonome ogni anno devono trasmettere entro il 30 giugno al ministero i dati relativi alla presenza di amianto sul proprio territorio: **in base alle risposte fornite dalle Regioni sono 10 quelle che hanno dichiarato di aver inviato al Ministero le informazioni richieste annualmente** (Campania, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Piemonte, Sardegna, Sicilia, veneto e Valle d’Aosta e Provincia Autonoma di Bolzano). La Provincia Autonoma di Trento ha inviato dati al Ministero fino al 2016 compreso.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Tabella 3 mappatura per classi di priorità dell’amianto

Regione	I Classe	II Classe	III Classe	IV Classe	V Classe	Mq totali
Abruzzo*	-	-	-	-	-	
Basilicata	nd	nd	nd	nd	nd	
Calabria*	-	-	-	-	-	
Campania	13	218	560	111	141	575.492
Emilia R.	24	768	33	176	177	-
Friuli V. G.	0	51	441	20	125	-
Lazio**	128	337	11	440	475	
Liguria*	20	164	60	128	83	
Lombardia	-	-	-	-	-	-
Marche	75	1357	5493	7534	26	7.400.441
Molise*	11	195	256	200	4	
Piemonte	804	8.214	479	15.981	13.259	12.167.747
Puglia	-	-	-	-	-	
Sardegna	43	910	789	238	153	6.718.590
Sicilia	-	-	-	-	-	
Toscana*	4	175	118	259	505	
Umbria*	1	46	2	5	32	
Valle d’Aosta	0	24	434	1.086	0	413.961
Veneto	72	524	277	183	256	-
P.A. Bolzano	0	12	87	904	356	9.180.788
P.A. Trento	-	-	-	-	-	-
TOTALE	1.195	12.995	9.040	27.265	15.592	36.457.019

Fonte: elaborazione Legambiente su dati forniti da Regioni e Province autonome (aprile 2018)

* dati riferiti al questionario del 2015 non avendo le Regioni partecipato all’ultima indagine del 2018.

** Dato relativo al questionario 2015 in quanto nel 2018 la Regione non ha specificato i dati per queste specifiche voci.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

1.3 STATO DI AVANZAMENTO DELLE BONIFICHE SUL TERRITORIO REGIONALE

Le procedure di bonifica e rimozione dall’amianto nel nostro Paese sono ancora in forte ritardo. Anche quest’anno sono state poche le Regioni che sono riuscite a dare un quadro completo ed esaustivo sulle attività di bonifica intraprese, quantificando anche il numero di interventi eseguiti o ancora in corso:

- in **Basilicata** sono state fornite indicazioni solo relative ai Siti industriali di interesse nazionale da bonificare: il SIN di Tito è stato bonificato per la parte amianto, mentre l’altro della Val Basento è in corso la bonifica della Materit. La situazione è in sostanza ferma dal 2015 anno dell’ultimo rapporto di Legambiente.
- in **Campania** le uniche informazioni riguardano 3 edifici pubblici bonificati e 82 non ancora bonificati; per le altre voci i dati non sono disponibili.
- in **Emilia Romagna** sono stati bonificati 912 edifici pubblici e 15 siti contaminati mentre sono in corso di bonifica 3 siti contaminati; 1 sito contaminato non risulta bonificato.
- nel **Lazio** risultano bonificati 4.065 tra edifici pubblici e privati per circa 0,5 kmq di coperture.
- la **Lombardia** non ha fornito dati relativi alle bonifiche eseguite, ma al 2015 aveva dichiarato di aver bonificato 22.075 edifici tra pubblici e privati; erano in corso di bonifica 26.573 mentre 100.585 non risultavano ancora bonificati.
- nelle **Marche** sono stati bonificati 960 edifici tra pubblici e privati mentre risultano in fase di bonifica 594 edifici.
- in **Piemonte** c’è il quadro degli interventi di bonifica terminati, in corso e non bonificati più preciso e dettagliato: sono 16 gli edifici pubblici bonificati, 100 quelli privati e 389 tra impianti industriali, artigianali, agricole e commerciali per un totale di oltre 727mila metri quadrati di coperture. 6 edifici privati sono in corso di bonifica, 131 di altra tipologia, mentre non risultano bonificati 819 edifici pubblici, 8.567 edifici privati e 29.038 strutture di tipologia diversa per oltre 11,9 milioni di metri quadrati di coperture.
- in **Sardegna** gli edifici pubblici bonificati sono 58 per un totale di 34.736 metri quadrati di coperture, mentre in un solo sito inquinato da amianto si è giunti alla chiusura della sua bonifica; rimangono 1.319 edifici pubblici da bonificare per oltre 432mila metri quadrati di coperture.
- in **Valle d’Aosta** sono 70 gli edifici pubblici in cui si è proceduto alla bonifica delle coperture in cemento amianto presenti e 167 quelli privati, per un totale di 111.888 metri quadrati di coperture. Sono 2 gli edifici pubblici in cui è in corso la bonifica, 5 quelli privati, 1 il sito contaminato (SIN di Emarèse). Rimangono da bonificare 165 edifici pubblici e 1.142 edifici privati oltre ai 2 siti della discarica di Cretaz e di quella ad ovest rispetto alla località Costa del Pino.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

- in **Veneto** sono 105 gli edifici pubblici e 67 quelli privati bonificati mentre rimangono da bonificare 633 edifici pubblici e 262 privati.
- la **provincia autonoma di Bolzano** ha dichiarato che gli edifici pubblici bonificati sono 9 mentre sono 69 quelli ancora da bonificare; gli edifici privati bonificati sono 337 mentre i restanti da bonificare sono 900. I siti contaminati bonificati sono stati 15 nel 2016 e 7 nel 2017. Per quanto riguarda le coperture in c.a. sono 266.678 i mq bonificati e 246.371 quelli da bonificare.
- la **provincia autonoma di Trento** ha dichiarato che i siti contaminati bonificati sono stati 562 per un totale di circa 168mila mq di coperture all’anno. 142 sono i siti in fase di bonifica (per 48.678 mq di coperture) e 897 quelli ancora da bonificare (per 299.289 mq di coperture).

Per le altre Regioni invece non è disponibile un dato sull’avanzamento degli interventi di bonifica dell’amianto.

Tabella 4 stato di avanzamento delle bonifiche e della rimozione dell’amianto a livello regionale

Regione	BONIFICATO			IN CORSO DI BONIFICA		
	Edifici pubblici	Edifici privati	Siti contaminati	Edifici pubblici	Edifici privati	Siti contaminati
Abruzzo	-	-	-	-	-	-
Basilicata	0	nd	1 (SIN Tito)	0	nd	1 (SIN Val Basento)
Calabria	-	-	-	-	-	-
Campania	3	nd			nd	3
Emilia R.	912	-	15	-	-	3
Friuli V.G.	-	-	-	-	-	-
Lazio	4.065		-	-	-	-
Liguria	-	-	-	-	-	-
Lombardia	-	-	-	-	-	-
Marche	960		-	594		-
Molise	-	-	-	-	-	-
Piemonte	16	100	389	-	6	131
Puglia	-	-	-	-	-	-
Sardegna	58	nd	1	-	nd	-
Sicilia	-	-	-	-	-	-
Toscana	-	-	-	-	-	-
Umbria	-	-	-	-	-	-
Valle d’Aosta	70	167	0	2	5	1
Veneto	105	67	-	-	-	-

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Regione	BONIFICATO			IN CORSO DI BONIFICA		
	Edifici pubblici	Edifici privati	Siti contaminati	Edifici pubblici	Edifici privati	Siti contaminati
P.A. Bolzano	9	337	22*			
P.A. Trento	-	-	562	-	-	142

*dato derivante dalla somma dei 15 siti bonificati nel 2016 e i 7 siti bonificati nel 2017.

1.4 MONITORAGGIO

Il monitoraggio delle fibre disperse in aria è una delle attività fondamentali che gli Enti preposti dovrebbero mettere in campo per prevenire l’insorgere di rischi sanitari per i cittadini, visto soprattutto l’elevato utilizzo dell’amianto nel secolo scorso e la sua enorme diffusione sul territorio nazionale:

I dati forniti dalle amministrazioni regionali sono però scoraggianti. Sono infatti solo dieci le regioni che hanno dichiarato di aver svolto attività di monitoraggio sul proprio territorio: la **Basilicata** (che ripropone le stesse 3 campagne comunicate nel 2015, che non sono quindi una novità), **Campania** (in concomitanza di interventi di bonifica), **Emilia Romagna** (che ripropone le due campagne già comunicate nel 2015), **Friuli Venezia Giulia**, **Piemonte** (con misure e campagne nei 48 comuni del SIN di Casale Monferrato dal 2009 e attualmente ancora in corso), **Puglia** (in riferimento a specifici interventi di bonifica dei SIN), **Sicilia**, **Valle d’Aosta** (come nel 2015) e in **Veneto** e nella **Provincia Autonoma di Bolzano**.

Ma come si è potuto riscontrare nelle descrizioni delle campagne, per le Regioni che hanno specificato tali informazioni, spesso lo stesse segnalate già nel 2015 oppure attività legate ad interventi di bonifica di Siti di Interesse Nazionale o per certificare l’agibilità dopo interventi in aree con presenza di amianto. Nulla di nuovo quindi è successo negli ultimi anni e nessuna campagna strutturata è stata realizzata.

Solo il Piemonte ha messo in piedi nelle aree del casalese ricadenti nel SIN di Casale Monferrato un monitoraggio con postazioni fisse (oltre 167 punti e 334 campioni prelevati) e campagne di misura continue nel tempo (2007/2008 – 2009/2010 – 2011/2012 – 2013/2017).

Troppo poco per un problema così impattante.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

1.5 IMPIANTI DI SMALTIMENTO

Per rimuovere e smaltire l’amianto, l’unica possibilità fin qui messa in campo negli anni è stata quella del conferimento nelle discariche: secondo i dati di Ispra¹ **nel 2015 nel nostro Paese sono stati prodotti 369mila tonnellate di rifiuti contenenti amianto** (71% al Nord, 18,4 al Centro e 10,6 al Sud). Di questi, **227mila tonnellate sono stati smaltiti in discarica** (sono prevalentemente “*rifiuti da materiali di costruzione contenenti amianto*” che rappresentano il 94,4% del totale dei materiali contenenti amianto smaltiti negli impianti), **mentre 145mila tonnellate di rifiuti contenenti amianto sono stati esportati nelle miniere dismesse della Germania.**

Le Regioni che smaltiscono la maggior quantità di rifiuti di amianto in discarica sono la Lombardia (60.177 t., il 26,5% del totale), la Toscana (59.638 t., il 26,2%) ed il Piemonte (35.610 t., il 15,7%). Mediamente il 53,5% dei rifiuti conferiti in discarica è smaltito nella regione in cui è prodotto, mentre nel 46,5% dei casi è proveniente dalle altre regioni.

Ma la produzione di questa tipologia di rifiuti negli anni a venire non potrà che aumentare ancora, vista la lenta ma inevitabile crescita del censimento e della mappatura da parte delle Regioni. Ma i territori sono già adesso, e lo saranno sempre di più in futuro, in sofferenza per il ridotto numero di impianti dedicati allo smaltimento dei materiali contenenti amianto e per le residue volumetrie ormai disponibili.

Le regioni dotate di almeno un impianto specifico per l’amianto sono infatti solo 8 (erano 11 nel 2015) per un totale di 18 impianti (erano 24 fino a pochi anni fa): in Sardegna e Piemonte ce ne sono 4 (di cui uno per le sole attività legate al SIN di Casale Monferrato in Piemonte), 3 in Lombardia e 2 in Basilicata ed Emilia Romagna. 1 solo l’impianto esistente in Friuli Venezia Giulia, Puglia e nella Provincia Autonoma di Bolzano.

Le volumetrie residue comunicate con i questionari sono pari a 2,7 milioni di metri cubi (un terzo in meno rispetto ai 4,1 milioni di mc del 2015) e sarebbero a malapena sufficienti a smaltire i soli quantitativi già previsti, ad esempio, dal Piano Regionale della Regione Piemonte che stima in 2milioni di metri cubi i quantitativi delle coperture in cemento amianto ancora da bonificare.

E non si vede la luce neanche per quanto riguarda i nuovi impianti previsti dai vari piani regionali sui rifiuti: solo la Basilicata ha previsto 2 impianti da 100mila mc di materiale; Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte e Puglia non indicano un numero esatto di impianti previsti ma indicano la necessità di averne di nuovi nel proprio territorio.

Impianti di inertizzazione sono previsti solamente in Friuli Venezia Giulia, Puglia e Sicilia, ma siamo ancora molto lontani da realtà e impianti su grande scala realmente fattibili e sostenibili.

¹ ISPRA, Rapporto Rifiuti Speciali edizione 2017 n. 264

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Un approfondimento sulle possibili alternative allo smaltimento in discarica dei materiali contenenti amianto è stato fatto dall'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IIA) nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione del 25 novembre 2015 stipulato insieme al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare.

L'accordo riguarda lo *“Sviluppo di una metodologia innovativa per l'inertizzazione dell'amianto, abbattimento delle emissioni nocive e analisi di filiera complessiva”* e lo stato dell'arte verrà trattato nel dettaglio nel capitolo 3 del presente report, grazie al prezioso contributo scritto appositamente per Legambiente dal CNR-IIA.

Tutti i processi di inertizzazione considerati e analizzati dal CNR sono raggruppabili in tre macrocategorie: *trattamenti termici, trattamenti chimici e trattamenti mecanochimici.*

Il confronto fatto dai ricercatori del CNR evidenzia luce ed ombre per ogni tipologia di trattamento, come di seguito sintetizzato:

- i trattamenti termici richiedano elevate temperature di reazione (con un conseguente aumento nel consumo di energia), così come una quantità non trascurabile di energia è richiesta anche dal trattamento mecanochimico;
- i processi chimici invece, in via generale, sono i meno dispendiosi dal punto di vista energetico ma, d'altro canto, l'utilizzo di reattivi è elevato per questo tipo di processi (mentre è scarso o assente per i processi termici e mecanochimici);
- i prodotti di scarto sono maggiormente presenti nella frazione gassosa (emissioni in atmosfera) per i processi termici e nella frazione liquida per i processi chimici.
- per tutti i processi sopra descritti, è possibile ottenere prodotti riutilizzabili per costruzione, manti stradali, oppure per l'industria del cemento e del vetro.

Al di là dei singoli brevetti ed esperienze analizzate e confrontate (vedasi capitolo 3), le conclusioni del CNR portano ad una serie di utili riflessioni.

Il livello di industrializzazione di alcune tecnologie è oggi in grado di affrontare questa problematica in maniera tecnicamente soddisfacente, sia dal punto di vista della sicurezza del processo sia per quanto riguarda la qualità dei sottoprodotti ottenuti. In particolare, sono disponibili numerose applicazioni di trattamenti termici e chimici che permetterebbero di degradare in maniera affidabile l'amianto. Attualmente, tutte queste tecnologie sono più costose rispetto al collocamento in discarica: questo potrebbe essere considerato il motivo principale del basso livello di diffusione di questi processi.

Il costo dei processi di degradazione dell'amianto è dovuto a diversi fattori, come il consumo di energia per la produzione di calore (eventualmente sotto forma di microonde), il consumo e lo smaltimento di prodotti chimici, eccetera. Di conseguenza,

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

ciascuna tecnologia presenta vantaggi e svantaggi. Al fine di selezionare le strategie ottimali di trattamento, il fattore di maggiore interesse è la possibilità di ottenere un sottoprodotto riutilizzabile: questo permetterebbe sia di ridurre i costi di processo, sia di migliorare la sostenibilità ambientale del trattamento dell’amianto, inserendolo in un contesto di economia circolare.

Tabella 5 Impianti esistenti per lo smaltimento dei materiali contenenti amianto

IMPIANTI ESISTENTI	Discarica (numero)	Capacità (mc)	Impianti di inertizzazione (numero)	Capacità (t/anno)	Impianti Previsti Dal Piano
Abruzzo	-	-	-	-	-
Basilicata	2	89.089	nessuno	-	2
Calabria	-	-	-	-	-
Campania	nessuna	-	nessuna	-	-non previsti
Emilia R.	2	309.000 ton	-	-	Previsti dal PRGR
Friuli V.G.	1	nd	-	-	1 (inertizzazione)
Lazio	-	-	-	-	-
Liguria	-	-	-	-	-
Lombardia	3*	1.123.831	-	-	no
Marche	-	-	-	-	-
Molise	-	-	-	-	-
Piemonte	4**	500.000	0	-	-
Puglia	1	0	0	-	Sia discariche che imp. inertizzazione
Sardegna	4	984.216	0	-	0
Sicilia	-	-	-	-	1 di inertizzazione
Toscana	-	-	-	-	-
Umbria	-	-	-	-	-
Valle d’Aosta	0	0	0	0	0
Veneto	0	0	-	-	-
P.A. Bolzano	1	0	-	-	0
P.A. Trento	-	-	-	-	-

Fonte: elaborazione Legambiente su dati forniti da Regioni e Province autonome (aprile 2018)

* n. 1 impianto con conferimento in corso (398.600 mc residui) e n.2 impianti autorizzati ma non ancora operativi (825.231 mc disponibili)

** n.1 impianto a servizio del solo sito di casale Monferrato

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

1.6 COSTI E INCENTIVI

La carenza strutturale degli impianti appena vista genera inevitabilmente anche un prezzo medio di smaltimento superiore alle altre realtà europee.

Per ovviare a questo ulteriore problema economico abbiamo chiesto alle Regioni se sono state messe in campo azioni e sostegni economici di varia natura per incentivare la rimozione e la bonifica dall’amianto sul proprio territorio; sono diverse le Regioni che hanno “attivato” meccanismi finanziari, specifici per l’amianto, come di seguito riportato:

- **Basilicata**, interventi di bonifica (rimozione, incapsulamento, confinamento) dei beni di proprietà pubblica sanciti dalla Legge regionale 27/99 e successive integrazioni; Incentivi per la manutenzione, rimozione e smaltimento piccoli quantitativi di materiali contenenti amianto (L.R. n.42/2015); è in fase di emanazione un bando per incentivi ai comuni per la rimozione di MCA abbandonati. Per quanto riguarda i costi la situazione è rimasta invariata dal 2015 ad oggi con la rimozione di lastre di cemento amianto che varia da 17 a 21 euro, mentre lo smaltimento in discarica ha dei costi di 54 euro per quintale più il trasporto (0,07 euro quintale/km). La rimozione di pavimenti in vinil amianto è di circa 23 euro mentre l’incapsulamento ha un costo di 16,5 euro/mq.
- **Campania**, nessun incentivo economico (come nel 2015); per quanto riguarda i costi, per le coperture fino a 300 metri quadrati è di 25 euro/mq; per superfici fino a è d1.000 mq il costo scende a 20,19 euro/mq mentre oltre i 1.000 mq il costo è di 17,39euro/mq.
- **Emilia Romagna**, con la Legge di Bilancio 2018 si è prorogato fino al 31 dicembre 2018 la possibilità di usufruire delle detrazioni Irpef del 50% (con un tetto di spesa di 96mila euro); altri contributi sono stati assegnati dalla Regione attraverso specifici bandi, sia agli Enti locali (per interventi di rimozione e smaltimento da edifici pubblici) che a soggetti privati del mondo produttivo per la rimozione dell’amianto dai luoghi di lavoro. I costi per le coperture variano tra i 15 e i 20 euro a metro quadro, mentre per lo smaltimento di MCA sono di 220 euro/tonnellata.
- **Friuli Venezia Giulia**, sono previsti contributi per edifici pubblici e privati, imprese, soggetti privati e per sostituzione in danno da parte dei Comuni.
- **Lombardia**, nel 2017 sono stati emessi 2 bandi per contributi a fondo perduto a Comuni per la rimozione cemento-amianto da pubblici edifici: dei 28 Comuni partecipanti 26 sono stati finanziati, 1 ha rinunciato e 1 non è stato ammesso al bando; per le coperture in c.a. il costo è di 44 euro a metro quadrato.
- **Piemonte**, nell’area perimetrata del SIN di Casale Monferrato, contributo forfettario di 30 euro/mq nel limite massimo del 50% della spesa sostenuta per la bonifica delle coperture in c.a. Per il polverino invece l’amministrazione

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Pubblica interviene interamente nella spesa per motivi igienico-sanitari. Per la restante porzione del territorio piemontese, la regione finanzia programmi di bonifica di manufatti contenenti amianto che ad oggi sono stati assegnati ai Comuni e alle Province per la bonifica di edifici pubblici, prioritariamente ad utilizzo scolastico.

- **Puglia**, la regione ha già bandito numerosi avvisi per la rimozione di rifiuti contenenti amianto abbandonati in aree pubbliche e private (3 milioni di euro); stanno per essere banditi due ulteriori avvisi, di cui uno per da 3 milioni di euro per la rimozione di rifiuti abbandonati e uno per incentivare i cittadini alla rimozione di manufatti in c.a. in immobili privati (3 milioni di euro)
- **Sardegna**, previsto un rimborso del 60% del costo di rimozione e smaltimento da parte dei privati fino ad un massimale di 5mila euro; per il pubblico previsto il 100% del costo di rimozione e smaltimento.
- **Sicilia**, la Legge Regionale ha previsto dei contributi per la realizzazione di un bando rivolto a comuni, singoli o associati, finalizzato alla rimozione, trasporto, stoccaggio e conferimento all'impianto di trasformazione; inoltre altre risorse sono state destinate alla realizzazione di un Impianto regionale di trasformazione dell'amianto in sostanza inerte a servizio di tutti gli ambiti territoriali (che però non risulta ancora realizzato). Il costo per tettoie e serbatoi che varia da 25 a 40 euro.
- **Valle d'Aosta**, il finanziamento erogato è stato pari a 97.600 euro (a seguito della delibera 2640 del 2011), mentre per i costi di rimozione il costo medio è di 30euro/mq per le coperture e di 38 euro/mq per la rimozione in siti con presenza naturale.
- **Veneto**, sono stati portati a termine interventi di bonifica e smaltimento di materiali c.a. precedentemente finanziati per un importo di poco superiore al milione di euro e nel 2017 sono stati concessi contributi a due amministrazioni comunali per un importo di 10mila euro.
- **P.A. Bolzano**, rimborso del 70% del costo di rimozione e smaltimento per persone private e aziende.
- **P.A. Trento**, contributi per la rimozione e smaltimento di coperture in c.a. previsti per il periodo 2013-2017; lo smaltimento di strutture sotto i 50mq costa 22,50 euro/mq; tra 51 e 100 mq 20,00 euro/mq; tra 101 e 500 mq 17.50 euro/mq; tra 501 e 1.000 mq 15 euro/mq; tra 1.001 e 5.000 mq 1250; tra 5.000 e 60.000mq 10,00euro/mq.

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

1.7 FORMAZIONE E INFORMAZIONE

Nel questionario inviato agli uffici competenti sono presenti domande riguardanti gli aspetti di formazione - per gli addetti ai lavori - e informazione - rivolta invece ai cittadini, utili a capire come, oltre al percorso di risanamento ambientale e bonifica intrapreso, l’amministrazione stia dando l’adeguata attenzione anche agli aspetti comunicativi sul tema, che sono il principale strumento di prevenzione dai pericoli derivanti dall’amianto.

Per quanto riguarda la formazione del personale tecnico (Asl, Arpa, medici del lavoro etc), programmi e momenti di aggiornamento sono stati redatti in 8 Regioni e 1 P.A: Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia (ogni 3 anni), Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Valle d’Aosta, Veneto e P.A. di Trento.

In Emilia Romagna, ad esempio, nel Piano Regionale Amianto erano previste attività di formazione e aggiornamento del personale tecnico; conseguentemente nel 2015 sono stati tenuti 2 corsi regionali sulla *“Gestione del rischio derivante da materiali contenenti amianto”* nel 2017 è stata realizzata la *“Conferenza Regionale Amianto”* in cui sono state presentate le principali linee di intervento del nuovo PRA.

In Lombardia, Puglia e Veneto le Aziende Sanitarie promuovono corsi di aggiornamento interno del personale (in Veneto anche per i dipendenti Arpa), in Piemonte nel 2003 sono stati formati circa 1.100 medici di medicina generale e nel 2017 sono stati organizzati due momenti formativi (accreditati ECM) per il personale dei dipartimenti di prevenzione e dell’Arpa Piemonte; in Valle d’Aosta invece esiste un programma di aggiornamento per quanto riguarda i tecnici Arpa e nel 2018 il laboratorio della sezione AMMM di Arpa Valle d’Aosta è stato nominato laboratorio di riferimento regionale da parte dell’Assessorato alla Sanità; nella Provincia Autonoma di Trento dal 2012 sono previsti corsi per operatori che smaltiscono o dirigono bonifiche dell’amianto.

Attività di formazione e informazione rivolta invece ai cittadini risultano essere state fatte in 13 regioni e P.A (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Sicilia, Valle d’Aosta, Veneto, P.A. Bolzano e P.A. Trento).

Spesso queste attività sono svolte dalle Aziende USL insieme agli enti locali e sono rivolte ai cittadini. Nel Lazio è stata svolta la campagna *“Bastamianto”* mentre in Lombardia molta della comunicazione è basata sull’utilizzo della piattaforma web della DG Welfare; in Piemonte la Regione e Arpa hanno prodotto diversi opuscoli informativi distribuiti in tutti gli ambulatori di base della regione, così come in Valle d’Aosta Arpa ha fatto opuscoli e articoli informativi scaricabili dal sito; in Puglia sono stati messi dei fondi da parte della Regione per attività informative condotte da Province, Asl e Associazioni. In Sicilia il personale della DRPC ha svolto incontri di

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

formazione e informazione rivolti a tutti i comuni della Regione; nella P.A. di Trento sono stati invece realizzati Opuscoli sull’Amianto (nel 2014) per i cittadini.

I centri regionali per l’amianto, che dovrebbero essere dei punti di riferimento a livello regionale sulla tematica, sono ancora scarsamente diffusi sul territorio, come emerge dalle risposte al questionario pervenuteci, in cui solo 6 Regioni dichiarano di avere strutture che in qualche modo svolgono questa funzione.

Tabella 6 Strutture regionali a disposizione dei cittadini per informazioni sull’amianto.

Regione	Ufficio competente
Emilia Romagna	Sono presenti punti informativi presso ogni singola Azienda USL
Lazio	Team mappatura del Centro di Riferimento Regionale Amianto della Asl di Viterbo
Lombardia	La DG Welfare struttura Ambienti di Vita e Lavoro. In più ogni Asl ha attivato un proprio sportello
Marche	Informazioni presso gli sportelli informativi dei Dipartimenti di Prevenzione dell’ASUR. La regione ha propri sportelli informativi generali in materia di amianto di indirizzo ai cittadini.
Sardegna	negli SP.re.SAL delle ASL ci sono Sportelli Informativi per la Sicurezza che trattano anche la tematica Amianto
Valle d’Aosta	Presso il Dipartimento di Prevenzione dell’Azienda USL della Valle d’Aosta è attivo lo sportello della prevenzione.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

2 GLI ASPETTI SANITARI DELL'AMIANTO IN ITALIA

Secondo le stime dell'OMS² (Organizzazione Mondiale della sanità), attualmente **circa 125 milioni di persone nel mondo sono esposte all'amianto sul posto di lavoro. Nel 2004, il cancro polmonare, il mesotelioma e l'asbestosi provocati da esposizioni professionali hanno causato circa 107.000 morti e 1.523.000 anni di vita con disabilità.** Inoltre si quantificano in diverse migliaia le morti che possono essere attribuite ad altre malattie legate all'amianto, nonché alle esposizioni non lavorative all'amianto.

Il quadro sanitario più aggiornato per il nostro Paese è quello fornito dall'INAIL attraverso il ReNaM (Registro Nazionale dei mesoteliomi). I dati del V Rapporto³, edito nel 2015, sottolineano come *“l'Italia è attualmente uno dei Paesi al mondo maggiormente colpiti dall'epidemia di malattie amianto correlate”*. E non poteva essere altrimenti visti i 3,7 milioni di tonnellate di amianto grezzo prodotte in Italia tra il 1945 e il 1992 e 1,9 milioni di tonnellate importate nello stesso periodo.

Il V Rapporto riporta **21.463 casi di mesotelioma maligno tra il 1993 e il 2012**, di cui **il 93% dei casi a carico della pleura e il 6,5% (1.392 casi) peritoneali.** Inoltre lo studio evidenzia come *“fino a 45 anni la malattia è rarissima (il 2% dei casi registrati)”* mentre l'età media della diagnosi è 69,2 anni, senza distinzione significativa di genere.

Per quanto riguarda l'esposizione *“le modalità di esposizione sono state approfondite per 16.511 casi (76,9%) e, fra questi, il 69,5% presenta un'esposizione professionale (certa, probabile, possibile), il 4,8% familiare, il 4,2% ambientale, l'1,6% per un'attività extralavorativa di svago o hobby”*.

Nella finestra di osservazione del rapporto (1993 - 2012), e considerando solo i soggetti colpiti dalla malattia per motivo professionale, i settori di attività maggiormente coinvolti risultano essere l'edilizia (15,2% della casistica), l'industria pesante - in particolar modo il settore della metalmeccanica - (8,3%), la metallurgia (3,9%) e le attività di fabbricazione di prodotti in metallo (5,7%), i cantieri navali (6,7%), l'industria del cemento-amianto (3,1%).

A livello regionale i territori più colpiti sono Lombardia (4.215 casi rilevati), Piemonte (3.560), Liguria (2.314), Emilia Romagna (2.016), Veneto (1.743), Toscana (1.311), Sicilia (1.141), Campania (1.139) e Friuli Venezia Giulia (1.006). Il quadro purtroppo è destinato a crescere nei prossimi anni anche grazie al fatto che, finalmente, tutte la rete dei Centri Operativi Regionali (COR) è oggi completa e l'intero territorio nazionale è coperto dalla sorveglianza e registrazione dei casi di mesotelioma maligno della pleura, del peritoneo, del pericardio e della tunica vaginale del testicolo.

² International Programme on Chemical Safety, Scheda Informativa 2017 (http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/asbestos/en/)

³ Inail, Il Registro Nazionale dei Mesoteliomi, Quinto Rapporto, edizione 2015

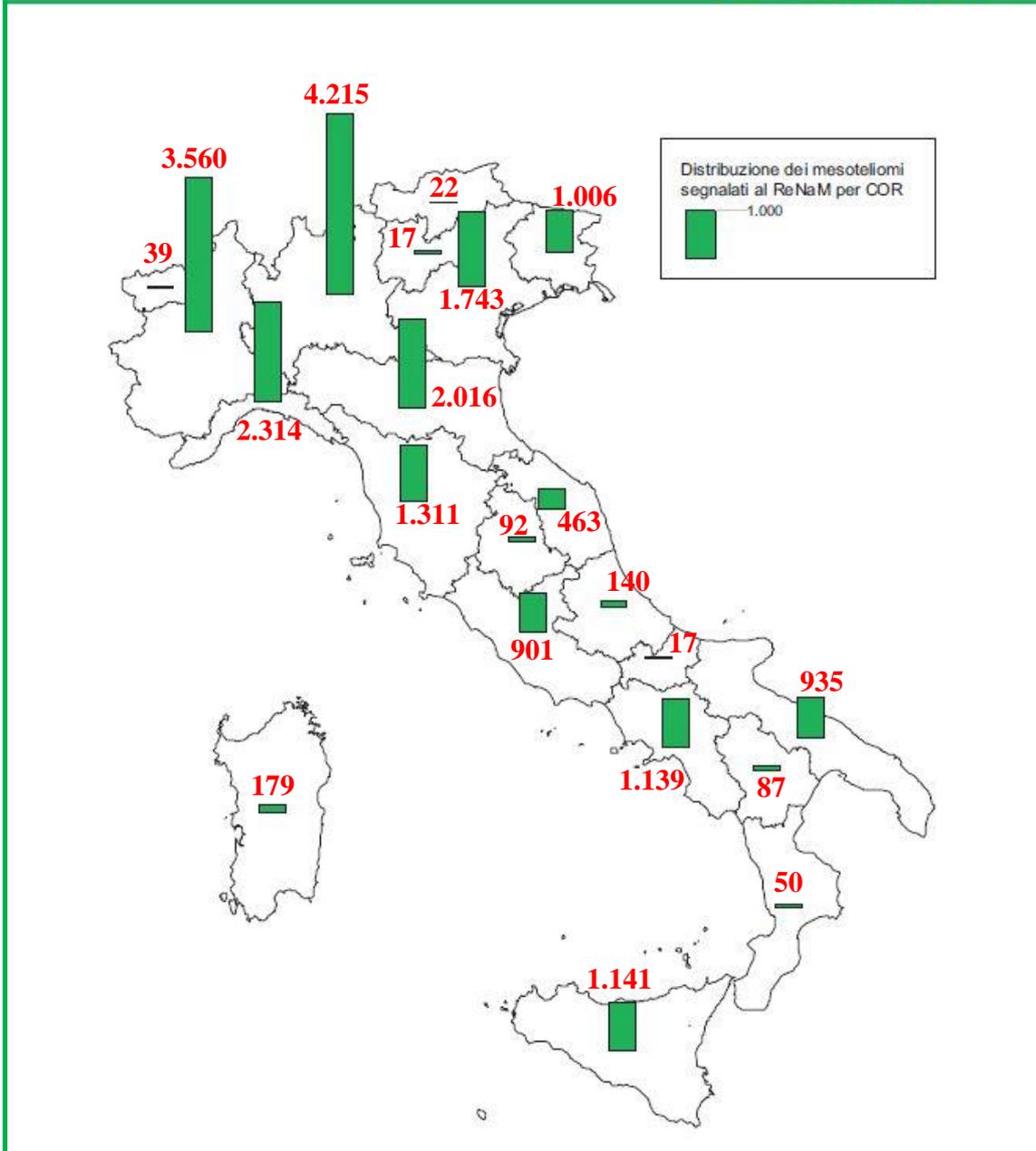
Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

CASI di MESOTELIOMA MALIGNO dal 1993 al 2012

Fonte: V Rapporto ReNaM, 2015 - Elaborazione Legambiente

Figura 1 Dimensione dell'archivio. Numero di casi di mesotelioma segnalati al ReNaM, per tutte le sedi, per entrambi i generi e per tutti i livelli di certezza diagnostica, per COR di segnalazione (Italia, 1993 - 2012, N=21.463)



Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

3 RELAZIONE TECNICA SULLO STATO ATTUALE DELLE TECNOLOGIE ESISTENTI PER L’INERTIZZAZIONE DELL’AMIANTO

Autori⁴: Francesco Petracchini, Valerio Paolini, Laura Tomassetti, Daniele Borin

Il seguente capitolo fa parte delle attività riguardanti l’Accordo di Collaborazione stipulato il 25 Novembre 2015 tra il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Direzione Generale per i Rifiuti e l’Inquinamento Via Cristoforo Colombo, 44 00147 – Roma (RM) e l’Istituto sull’Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IIA), approvato con decreto direttoriale RINDEC-20016-4 “*Sviluppo di una metodologia innovativa per l’inertizzazione dell’amianto, abbattimento delle emissioni nocive e analisi di filiera complessiva*”. Di seguito si riporta quindi un quadro generale relativo alle tecnologie esistenti per l’inertizzazione dell’amianto analizzandone il principio di funzionamento e riportando un’analisi dei benefici fra le diverse tecnologie di inertizzazione.

3.1 INTRODUZIONE DELLE TECNOLOGIE ESISTENTI

In accordo con la normativa vigente (**D.M. 6 settembre 1994**), i trattamenti condotti sul materiale contenente amianto (MCA) possono essere suddivisi in due categorie, in base all’effetto sul materiale:

- **Stabilizzazione** – si tratta di trattamenti che hanno il solo scopo di ridurre il rilascio di fibre nell’ambiente;
- **Inertizzazione** - definisce tutti quei trattamenti che comportano una totale trasformazione cristallografica delle fibre. I prodotti ottenuti possono essere considerati come una nuova materia prima e pertanto possono essere destinati al riciclo, a condizione che rispettino precise prescrizioni.

I principali metodi di **Stabilizzazione** sono di seguito riportati:

- ✓ **incapsulamento** - prevede il trattamento dell’amianto con prodotti specifici volti a penetrare e ricoprire l’elemento da bonificare al fine di costruire una pellicola protettiva sulla superficie esposta. Anche se tale metodologia ha alcuni vantaggi come costi e tempi ridotti ed idoneità al trattamento di materiali poco friabili, non permette la rimozione del materiale dall’ambiente e necessita di mantenere un programma di controllo e manutenzione.
- ✓ **confinamento** - prevede l’installazione di una barriera a tenuta che separa il materiale contenente amianto (MCA) dalle aree esterne. Questo comporta che si continua ad avere un rilascio di fibre nell’ambiente confinato se non viene eseguito un trattamento di incapsulamento. In questo caso, il costo

⁴ Affiliazione: Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto sull’Inquinamento Atmosferico; via Salaria km 29.300 00015 Monterotondo (RM)

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

dell'intervento può non essere contenuto: si dovrà infatti prevedere lo spostamento dell'impianto elettrico, termoidraulico, di ventilazione, ecc. e la realizzazione di una barriera resistente nei confronti di urti. Altro importante svantaggio è che l'MCA permane nell'edificio senza un reale allontanamento.

✓ *rimozione* - prevede la completa eliminazione dell'amianto presente nell'edificio/area. Tale procedimento comporta un'esposizione maggiore per i lavoratori e maggiori costi, ma risulta essere la metodologia più diffusa perché elimina qualsiasi potenziale fonte di esposizione e la necessità di attuazione di particolari cautele e manutenzioni.

Tabella 7 Confronto tra le differenti tecniche di bonifica

<i>Tecnologia</i>	<i>Indicazioni</i>	<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>	<i>Cautele</i>
<i>Incapsulamento</i>	Questa tecnica può essere attuata in ogni situazione	<ul style="list-style-type: none"> -Elimina il rilascio di fibre dalla copertura -Migliora la resistenza agli agenti atmosferici, -Minor rischio per gli addetti ai lavori 	<ul style="list-style-type: none"> -L'amianto rimane in sede -Emissione di fibre durante il trattamento iniziale -Non elimina il rilascio di fibre dal lato interno delle lastre - programma di controllo e manutenzione 	<ul style="list-style-type: none"> -Necessità di salvaguardare l'integrità del materiale -Trattamento preliminare della copertura -Smaltimento controllato del RCA -Protezione dei lavoratori
<i>Confinamento</i>	Applicabile solo quando sono presenti coperture poco deteriorate	<ul style="list-style-type: none"> -Ripristina la funzionalità del tetto realizzando una nuova copertura -Determina bassi livelli di emissione di fibre -Non si producono RCA -Costo contenuto 	<ul style="list-style-type: none"> -L'amianto rimane in sede -Non elimina il rilascio di fibre dal lato interno delle lastre - programma di controllo e manutenzione 	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizzo di attrezzature che riducono l'emissione di fibre in aria -Recupero delle acque -Elevata resistenza dei materiali agli agenti atmosferici -Protezione dei lavoratori

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

<i>Tecnologia</i>	<i>Indicazioni</i>	<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>	<i>Cautele</i>
Rimozione	Si applica quando vi è un importante ed esteso degrado del materiale, ma tendenzialmente è sempre applicabile	-Eliminazione dell'amianto	-Produce grandi quantità di RCA -Inagibilità dell'edificio durante l'intervento -Costi elevati per rimozione, smaltimento e sostituzione	-Salvaguardare l'integrità del materiale - Trattamento preliminare con prodotti incapsulanti -Protezione dei lavoratori

Sebbene la **rimozione** sia la tecnica di bonifica attualmente più utilizzata, tale tecnica pone il problema della successiva gestione dei materiali contenenti amianto. Il conferimento in discariche autorizzate è la soluzione maggiormente utilizzata, pur non essendo una soluzione definitiva al problema: il percolato può contenere agenti acidificanti o corrosivi in grado di dissolvere parzialmente le fibre e disperderle nuovamente nell'ambiente.



Figura 1 incapsulamento e rimozione di pannelli di cemento amianto

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

A tal proposito, si cita la Risoluzione del Parlamento Europeo **2012/2065 (INI) del 14 marzo 2013** (“*Minacce per la salute sul luogo di lavoro legate all'amianto e prospettive di eliminazione di tutto l'amianto esistente*”): “considerando che il conferimento dei rifiuti di amianto in discarica non sembrerebbe il sistema più sicuro per eliminare definitivamente il rilascio di fibre di amianto nell'ambiente (in particolare nell'aria e nelle acque di falda) e che pertanto risulterebbe di gran lunga preferibile optare per impianti di inertizzazione dell'amianto”.

Nel presente capitolo, viene presentata una panoramica sulle tecnologie di ***inertizzazione*** dei MCA, riportando i principi fisici su cui sono basate, i vantaggi e gli svantaggi.

Tutti i processi considerati sono raggruppabili nelle seguenti tre macrocategorie:

- ***Trattamenti termici***
- ***Trattamenti chimici***
- ***Trattamenti meccanochimici***

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

3.2 TRATTAMENTI TERMICI

I trattamenti termici consistono nella modifica della struttura cristallografica dei silicati amiantiferi che avviene spontaneamente ad elevate temperature. I materiali così ottenuti risultano privi della tossicità e pericolosità iniziale. La figura seguente mostra la trasformazione strutturale che il materiale subisce con trattamento termico.

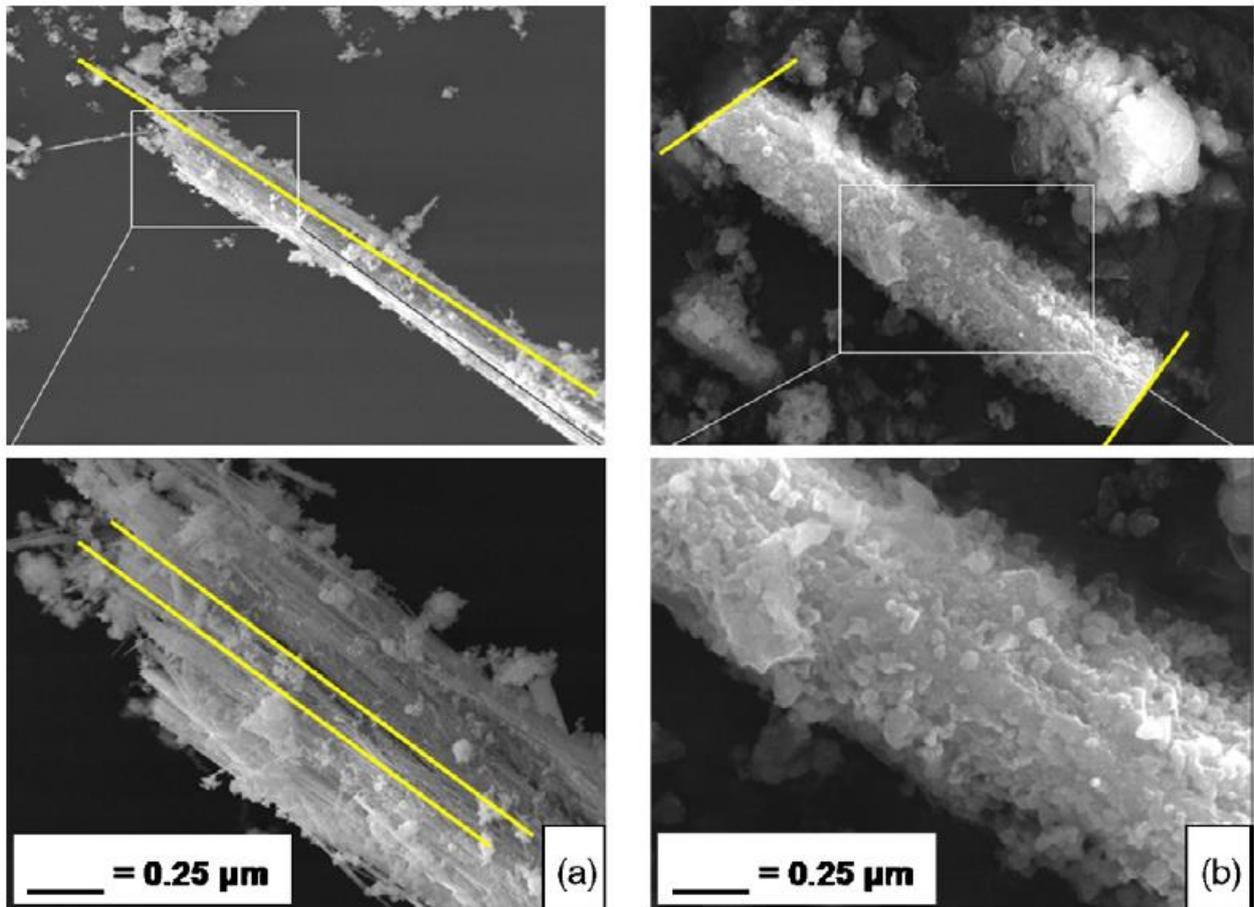


Figura 2 trasformazione del cemento amianto mediante trattamento termico. a) Matrice di cemento asbesto non trattata. b) Matrice trattata mediante trattamento termico

Questa categoria di trattamenti è molto articolata ed è anche quella dove si concentrano le maggiori esperienze industriali reali. La quasi totalità delle applicazioni identificate e degli studi analizzati prevede l'uso di temperature prossime o superiori ai 1200 °C.

La criticità comune a tutti i trattamenti termici è l'elevata energia richiesta per riscaldare un materiale termicamente inerte come l'amianto.

Altre criticità sono legate alla formazione di inquinanti atmosferici durante le fasi del riscaldamento ed in quest'ottica un materiale particolarmente problematico è il *vinilamianto*, in quanto il trattamento termico di polimeri alogenati può portare alla formazione di inquinanti organici persistenti quali le diossine e i policlorobifenili.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Esistono varie sottocategorie di trattamento termico, classificabili in base alla tecnologia utilizzata per riscaldare, all'eventuale presenza di additivi ed ai processi termici successivi al riscaldamento (ricristallizzazioni).

3.2.1 Trattamenti termici semplici

Nei processi di vetrificazione i MCA sono riscaldati a temperature generalmente superiori ai 1000 °C, al fine di ottenere un materiale siliceo inerte privo di fibre di amianto. A temperatura superiore ai 700 °C il desorbimento dell'acqua di cristallizzazione (strutturale) comporta un collasso della struttura cristallina fibrosa, con la conseguente produzione di un materiale vetroso inerte. Sulla base di questo fenomeno, alcuni processi di vetrificazione applicano ai MCA una temperatura attorno ai 900 °C, mentre in altri casi si raggiunge la fusione fino a 1300°C al fine di ottenere una massa fusa di silicati che raffreddandosi dà origine a una massa vetroso (in buona parte con strutture amorfe e priva di fibre di amianto).

In generale, la criticità di tutti i trattamenti termici è legata alla modalità di riscaldamento del materiale. Forni elettrici e a metano sono generalmente utilizzati per raggiungere le temperature desiderate.

Un alternativo metodo di riscaldamento molto efficiente ma molto dispendioso è rappresentato dal processo **INERTAM (brevetto EP 3 175 932 A1)**, sviluppato dalla società francese INERTAM del gruppo EUROPLASMA. Questo processo utilizza per la fusione dei MCA una torcia al plasma (del tipo arc-discharge). Attualmente di proprietà dell'EDF e della Promethèe viene utilizzato nell'impianto operativo di Morcenx, nel Dipartimento delle Landes (Francia Sud-occidentale) ed è attivo dal 1996. È l'unico impianto operativo di inertizzazione di RCA autorizzato in Francia (primo paese a bandire l'utilizzo degli amianti dal 1° Gennaio 1997) ed il più grande impianto fisso, a ciclo continuo, di trattamento di RCA operante in Europa.

In materia di modalità di riscaldamento particolari, applicate alla vetrificazione, è utile citare anche il processo ideato da **CEA**, sviluppato in Francia nel 1992 (**brevetto francese FR 2 668 726 A1**; la licenza del brevetto è ceduta al gruppo industriale ONETT). Il processo consiste in un meccanismo di vetrificazione semplice per fusione mediante un forno elettrico a crogiolo freddo e ad induzione diretta ad alta frequenza. Gli induttori sono costituiti da un solenoide alimentato in corrente ad alta frequenza (dai 200 ai 600 KHz) ottenuta da un generatore di 80 KW per un contenitore da 300 mm di diametro. Il prodotto vetrificato finale del processo (commercialmente noto come *Cofalit*) è sostanzialmente un basalto e viene utilizzato come inerte nella realizzazione di opere pubbliche.

Un altro esempio di tecnologia di riscaldamento è stato ideato dalla **I.N.P.G. Enterprise** e il **Politecnico di Grenoble** che hanno sviluppato un prototipo per il trattamento dell'amianto in cui si induce una "fusione magnetica ad alta frequenza": il

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

prototipo ha un serbatoio di 600 mm di diametro, 100 kV di potenza e 100 kHz di frequenza.

L'inerte vetroso prodotto è utilizzabile per costruire strade e ripristinare cave.

I processi di vetrificazione possono o meno prevedere dei pretrattamenti di triturazione e macinazione, che hanno lo scopo di diminuire le dimensioni, favorendo, così, la fusione dei materiali trattati. Generalmente sono anche presenti dei sistemi di abbattimento dei gas prodotti, che riducono le emissioni inquinanti in atmosfera.

Ad esempio, la società **VERT** (Vitrification and Environmental Recycling Technology Limited) ha proposto il processo **Mc Neill Vitrification Process** (MVP), commercializzato attraverso la Chemical Exchange Directory s.a., con unità pilota installata nel 1996 nei pressi di Norimberga (Germania). Questo impianto pilota è interessante perché possiede un sistema di filtraggio delle emissioni, costituito da filtri in ceramica e torri di lavaggio con pH acido, alcalino e neutro.

Esempio analogo è identificabile nel processo **VITRIFIX** (brevetto europeo n. **EP 0 145 350 A2** pubblicato nel 1985), in cui l'amianto è trattato a 1350-1380 °C. Anche in questo caso è previsto un trattamento dei fumi (filtraggio e condensazione).

Un importante svantaggio della vetrificazione semplice per fusione è legato ai grandi costi di smaltimento del materiale prodotto, il quale, pur non essendo più nocivo, possiede poche applicazioni e deve essere spesso trattato come un rifiuto (non pericoloso). Tuttavia, se si identifica un settore di impiego per questo materiale, i costi dell'intero processo possono essere sensibilmente ridotti.

Nell'ottica dell'utilizzo dell'inerte prodotto, si cita un processo di trattamento termico dell'amianto ideato da **ITALCEMENTI** (brevetto italiano n° **MI 92 A 001803** messo a punto da **Cucitore** e **Gilioli**, 1992), che prevede il trattamento a 600-800 °C con successiva reimmissione nel ciclo di produzione del cemento, come materia prima o correttivo in aggiunta per la produzione del clinker.

In alcuni casi, i trattamenti termici possono essere condotti con l'eventuale aggiunta di additivi o basso-fondenti, in diverse percentuali ed in genere alcalini, come ad esempio la soda caustica (NaOH) o l'idrossido di potassio (KOH), aventi lo scopo di diminuire la temperatura di fusione dei minerali asbestoidi.

3.2.2 Trattamenti termici con ricristallizzazione controllata

Se dopo la fusione si fa avvenire una ricristallizzazione a temperatura controllata, è possibile ottenere prodotti con buone proprietà meccaniche, utilizzabili in opere edili o civili. In base al trattamento termico specifico, si parla di *vetroceramizzazione* e *litificazione*.

I trattamenti termici di *vetroceramizzazione* si basano su un processo di fusione ad elevata temperatura. Tale fase avviene ad una temperatura compresa tra i 1350 ed i 1550 °C. Segue una fase di omogeneizzazione del fuso, una detta di nucleazione, a temperatura più bassa della precedente e compresa tra i 700 ed i 900 °C ed una fase

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

finale di cristallizzazione, durante la quale si forma la componente cristallina del vetroceramico, a temperature comprese tra i 750 ed i 950 °C. I tempi di fusione, nucleazione e cristallizzazione sono lunghi e dipendono dalla fluidità del fuso, dalle condizioni di degassaggio del materiale di partenza e dal tipo di lavorabilità che deve avere il materiale finale.

Nei processi di *litificazione*, alla fase di fusione segue una fase di parziale cristallizzazione ottenuta per lento raffreddamento che determina la produzione di un materiale duro e ad elevato peso specifico con ottima resistenza meccanica alla compressione e alla trazione costituito per il 75% da natura vetrosa e per il 25% da natura cristallina. Tipicamente, nella litificazione la fusione avviene a temperature comprese tra 1300-1450 °C.

I materiali ottenuti con i processi di vetroceramizzazione/litificazione sono a loro volta materiali con interessanti proprietà meccaniche, come ad esempio la *cordierite*, materiale ceramico pregiatissimo, utilizzato come refrattario e supporto ceramico per la fabbricazione delle marmitte catalitiche e di filtri catalitici per uso industriale. I materiali ceramici formati sono a basso coefficiente di espansione termica, risultano totalmente privi di fibre di amianto e non posseggono più la struttura fibrosa iniziale, ma una di tipo colonnare, non più ispirabile.

La tecnologia più nota di questa categoria è il **processo KRY-AS** sviluppato nel 2007 dai Professori Alessandro Francesco Gualtieri ed Ivano Zanotto del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia in collaborazione con la società ZETADI S.r.l. e con brevetto **italiano n° MO2006A000205** ed **europeo n° EP2027943B1**, consiste nella conversione termica mediante ceramizzazione dei RCA utilizzando un forno continuo.

3.2.3 Trattamenti termici in presenza di altri materiali inorganici

Al fine di migliorare le proprietà e le possibilità di utilizzo dell'inerte prodotto, oltre alle ricristallizzazioni controllate descritte precedentemente, è possibile ricorrere all'aggiunta di materiali inorganici come le argille.

Tale approccio non va tuttavia confuso con l'aggiunta di agenti chimici che hanno lo scopo di reagire direttamente con le fibre di amianto.

La cosiddetta "*litificazione pirolitica*" (da non confondersi con la litificazione descritta nel precedente paragrafo) porta i MCA a essere miscelati con argilla e impiegati nella produzione di argilla espansa: a una fase di essiccazione a 300°C con perdita dell'acqua di costituzione, seguono fasi di combustione a 1000°C (in presenza di sostanze organiche), di fusione parziale a 1300°C e successiva vetrificazione solo delle parti esterne dei granuli a base di argilla che non fondono completamente a causa della bassa conducibilità termica del materiale lasciando adeguate porosità all'interno. L'elevata reattività dell'argilla a 650-950° C favorisce l'integrazione di fasi silicatiche apportate dai MCA.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

In questa sottocategoria di processi rientra il processo **CORDIAM (Brevetto RM96A000782)**, sviluppato dall'Istituto Trattamento dei Minerali del CNR.

In alternativa all'argilla, il Centro ricerche e valorizzazione residui dell'**ENEL (brevetto n. MI98A002194)** ha proposto l'uso di ceneri leggere di carbone, in un ciclo termico di fusione a circa 1200°C per un'ora.

3.2.4 Trattamenti con microonde

Al fine di trasmettere in maniera efficiente il calore, è stata investigata la possibilità di utilizzare le microonde.

È stato infatti dimostrato (Leonelli et al., 2006) che è possibile aggiungere i MCA alla ceramica (fino al 5%) e successivamente convertire la miscela in forsterite tramite riscaldamento con microonde.

Le microonde possono inoltre essere utilizzate per generare un plasma di aria in grado di raggiungere i 3000 °C con la conseguente inertizzazione dell'amianto per fusione e successiva vetrificazione; l'efficienza del processo sembra aumentare all'aumentare del rapporto alluminio/silicio (Averroes et al., 2011).

Come suggerito da Horikoshi et al. (2014), l'efficienza delle microonde nel trattamento dell'amianto può essere ricondotta alla maggior penetrazione del calore e all'incremento dell'intensità del campo elettrico tra le fibre.

Malgrado le evidenze scientifiche dimostrino la fattibilità di una inertizzazione dell'amianto basata sulle microonde, non risultano significativi utilizzi di questa tecnica su scala industriale.

La ATON HT (Polonia, <http://aton.com.pl/>) detiene una domanda di brevetto internazionale (US2012/0024990) per l'uso delle microonde in presenza di additivi quali silicato di sodio e/o potassio, soda caustica e borace. Sviluppato nel 2008 dal "Supervising board president" Ryszard Parosa dell'impresa polacca Aton-HT S.A.

Tale tecnologia consiste nel trasportare i MCA, precedentemente macinati e ridotti in particelle minute e poi mescolati con un basso-fondente, in un reattore termico a microonde, dove vengono riscaldati sino a raggiungere una temperatura compresa tra i 900 ed i 1100 °C e per un tempo compreso tra i 2 ed i 15 minuti, a seconda della tipologia di RCA.

I materiali trattati, sia compatti che friabili, durante la triturazione subiscono una miscelazione in soluzione acquosa che avviene in due stadi, per poi passare nel reattore. Il materiale soggetto alla macinazione viene trasformato in particelle aventi dimensioni che non superano i 5 mm. Dopo la loro introduzione nel reattore, tali particelle vengono portate alla temperatura di trasformazione alla quale si ha il passaggio da un abito fibroso ad uno non fibroso attraverso l'applicazione di un fascio polarizzato di onde elettromagnetiche, con una frequenza compresa tra i 2,45 GHz ed i 915 MHz. Il fascio di onde viene utilizzato per indurre un riscaldamento veloce ed uniforme nel volume del

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

materiale trattato. Il prodotto finale può essere utilizzato per ristrutturare le strade e miscelato con cemento per la produzione di mattoni e così via.

3.2.5 Trattamenti con ossidrogeno

Una strategia alternativa per raggiungere elevate temperature in prossimità dell'amianto è l'uso di una miscela gassosa stechiometrica 1:2 di ossigeno e idrogeno (*ossidrogeno*) derivante dall'elettrolisi dell'acqua. La successiva reazione tra i due componenti si innesca spontaneamente a 570 °C e rilascia un'energia di 241.8 kJ per mole di idrogeno. Con questa tecnologia è possibile raggiungere la temperatura di 2800 °C. Lo svantaggio di questa metodologia è ovviamente la bassa efficienza energetica del processo, in cui l'energia elettrica è consumata per l'elettrolisi dell'acqua per produrre la miscela gassosa.

Tale metodologia permette di degradare l'amianto con efficienza fino al 99% (**Min et al., 2008**).

Un esempio di applicazione reale dell'ossidrogeno nella degradazione dell'amianto è costituito dal processo **CYNERGI**: i MCA friabili e solidi prima di essere inseriti all'interno dell'impianto debbono prima essere macinati in appositi frantoi. Il processo prevede un forno rotante all'interno del quale vengono introdotti i RCA che subiscono un preriscaldamento in modo tale da favorire la successiva macinazione all'interno del frantoio.

La seguente tabella riporta un riassunto delle varie tecnologie termiche appena descritte, in termini di vantaggi e svantaggi.

DENOMINAZIONE	BREVETTO	PUNTI DI FORZA	SVANTAGGI
INERTAM (vetrificazione)	EP 3 175 932 A1 Francia	- vetrificazione semplice grazie alla torcia al plasma -possibilità di trattare sia materiali compatti che friabili -materiale vetrificato utilizzato nelle opere pubbliche (riempimento di strade) - bassa emissione di inquinanti	- altamente energivoro (1,75 MW); T di processo 1600°C

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

DENOMINAZIONE	BREVETTO	PUNTI DI FORZA	SVANTAGGI
CEA (vetrificazione)	FR 2 668 726 A1 Francia	- vetrificazione semplice - materiale vetrificato utilizzato nelle opere pubbliche - bassa emissione di inquinanti	- energivoro; T di processo 1600°C
I.N.P.G. ENTERPRISE (vetrificazione)	Francia	- vetrificazione semplice - materiale vetrificato utilizzato nelle opere pubbliche - bassa emissione di inquinanti	- energivoro (T circa 1500°C)
MCNEILL VITRIFICATION (vetrificazione)	Gran Bretagna	- vetrificazione semplice - materiale vetrificato utilizzato nelle opere pubbliche - bassa emissione di inquinanti	- energivoro; T di processo 1550°C - pretrattamento del materiale con additivi
VITRIFIX (vetrificazione)	EP 0 145 350 A2 Gran Bretagna	- vetrificazione semplice - materiale vetrificato utilizzato nelle opere pubbliche - bassa emissione di inquinanti	- energivoro; T di processo 1380°C - pretrattamento del materiale con additivi - elevati costi per lo smaltimento dei rifiuti prodotti
KRY-AS (ricristallizzazione controllata)	MO2006A000205 Italiano	- nessun pretrattamento del materiale in ingresso - basse emissioni	- altamente energivoro; T di processo 1300°C
CORDIAM (trattamento termico con aggiunta di altri inorganici)	RM96A000782 Italiano	- inerte prodotto utilizzato per diverse applicazioni (mattoni, filtri e marmitte catalitiche)	- altamente energivoro, T di processo fino a 1200°C - pretrattamento dei MCA (macinazione)
ENEL (trattamento termico con aggiunta di altri inorganici)	MI98A002194 Italiano	- inerte prodotto utilizzato per diverse applicazioni	- altamente energivoro, T di processo fino a 1205°C - pretrattamento dei MCA (macinazione)

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

DENOMINAZIONE	BREVETTO	PUNTI DI FORZA	SVANTAGGI
ATON (microonde)	US 8197768 B2 Statunitense	- inerte prodotto utilizzato per diverse applicazioni tra cui manti stradali e mattoni - minor durata del processo rispetto agli altri processi termici	- altamente energivoro, T di processo fino a 1100°C - pretrattamento dei MCA (macinazione e due miscele in serie: la prima soluzione acquosa di idrossido di Na e la seconda con silicato di Na)
CYNERGI (ossidrogeno)		- elevata efficienza di degradazione della fibra di amianto (99%) - basse emissioni	- altamente energivoro, molta potenza elettrica consumata per l'elettrolisi dell'acqua - pretrattamento dei MCA (macinazione in appositi frantoi)

3.3 TRATTAMENTI CHIMICI

I trattamenti chimici hanno lo scopo di distruggere le fibre di amianto attraverso attacco chimico ottenuto avvalendosi di acidi o basi forti concentrate e successiva neutralizzazione della miscela ottenuta finalizzata a estrarre prodotti riutilizzabili come inerti.

Si tratta di applicazioni che in genere richiedono temperature di processo meno elevate dei processi termici ma comunque superiori a quelle ambientali.

Il rischio dei trattamenti chimici è che l'inertizzazione avvenga solo a livello superficiale e non interessi le fibre localizzate nella parte più interna della struttura, che potrebbero essere rilasciate in seguito a una rottura del materiale prodotto.

3.3.1 Trattamenti chimici classici (subcritici)

Essendo necessario idrolizzare il legame ossigeno-silicio, le due principali strategie sono:

- uso di pH altamente basici (o più raramente acidi) che degradano la struttura dell'amianto generando silanoli liberi;
- uso dell'acido fluoridrico per formare fluoruro di silicio.

In generale, per poter ottenere risultati soddisfacenti, è necessario operare a temperature prossime ai 100 °C. Gli svantaggi di entrambe le tecniche sono legati ai costi legati al consumo dei reattivi e al successivo smaltimento dei reflui.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Sia nel caso dei trattamenti basici che nel caso dei processi con acido fluoridrico, esistono brevetti per il loro utilizzo ma non sono note applicazioni reali a livello industriale.

Un esempio di processo ad uso di soluzioni fortemente basiche è il processo TRESENERIE della società belga WASTE TREATMENT BELGIUM (WTB) sviluppato da Gérard Debailleul con brevetto europeo n° WO199700099A1.

Il processo, della durata di 20/30 minuti, si basa sulla dissoluzione delle fibre di amianto in una soluzione basica concentrata ed acquosa (> 25 moli/litro, 25 M) di idrossido di sodio (NaOH) o di potassio (KOH). Attualmente il procedimento è stato testato solo su impianti pilota di piccole dimensioni, trasportabili e di modesta capacità ed è oggetto di studi di fattibilità per la realizzazione di impianti industriali. (Debailleul G., 1997).

Un esempio di processo che utilizza acido fluoridrico è il processo SOLVAS è stato proposto dalla società tedesca SOLVAY UMWELTECHNIK GmbH. Il principio si basa sulla dissoluzione delle fibre di amianto ad opera di una soluzione di acido fluoridrico (HF) e nella successiva neutralizzazione della soluzione acida con idrossido di calcio, detto anche latte di calce ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

La neutralizzazione dell'acido in eccesso porta alla precipitazione di diversi composti degli elementi chimici presenti negli MCA (magnesio, ferro ecc.) quali fluoruri di calcio, ossidi ed idrossidi. Si separa così la fase liquida da quella solida e si realizza una polvere fine ed inerte utilizzabile per calcestruzzi. Questa tecnica impone un accurato controllo ed un'enorme serie di precauzioni dovute all'alta pericolosità dell'acido fluoridrico.

Anche di questa tecnologia non si dispone ancora di impianti industriali.

3.3.2 Trattamento idrotermico (supercritico)

Un trattamento chimico che elimina il problema della gestione di reattivi corrosivi/pericolosi è il "trattamento idrotermico" (Anastasiadou et al., 2010) sviluppato nel 2005 da Alberto Servida di S-Sistemi S.A.S. di Monza in collaborazione con Alessandro Servida e Simona Grassi dell'Università degli Studi di Genova e Giuseppe Nano del Politecnico di Milano, con brevetto italiano n° VI2005A000174, europeo n° EP2038019A1 e statunitense n° US20100234667A1.

I rifiuti vengono dapprima sottoposti ad un pretrattamento di triturazione grossolana in presenza di acqua, al fine di ottenere una pasta che abbia un contenuto di materia solida preferibilmente non superiore al 30% in peso. Il metodo prevede anche l'aggiunta alla fase acquosa di un composto ossidante, in una predeterminata concentrazione, come ad esempio il perossido di idrogeno.

I materiali trattati ed analizzati al SEM risultano totalmente privi dell'abito fibroso.

Il metodo risulta vantaggioso dal momento che ha bassi costi, lavora a basse temperature ed è semplice. Un ulteriore vantaggio è relativo al fatto che il processo avviene in un unico ciclo e genera inertti solidi, quali silicati di Mg e/o Ca, silice, acqua ed anidride carbonica senza l'utilizzo di reagenti dannosi.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

L'impianto può essere mobile o fisso. (Grassi S. et al., 2010).

Le principali criticità legate al processo sono: le pressioni particolarmente elevate e la filtrazione dell'acqua ottenuta.

Per quanto riguarda la necessità di aggiungere un agente idrolitico ulteriore si cita il processo CHEMICAL CENTER ideato nel 2010 da Norberto Roveri dell'Università di Bologna. Di proprietà della società bolognese Chemical Center S.r.l.

Questo processo, con brevetto italiano con n° di deposito ITMI2010A001443 ed europeo n° EP2428254B1 accoppia ad un trattamento idro-termico un trattamento acido mediante un prodotto di scarto industriale acido, il "siero di latte esausto".

Tuttavia pur non contenendo agenti tossici non può essere scaricato nei corpi idrici a causa del suo elevato contenuto organico e della presenza di una complessa flora batterica.

Il processo in esame prevede il trattamento col siero esausto di latte, il quale porta alla formazione di una fase liquida acida ed una solida contenente le fibrille di asbesto. La quantità utilizzata di siero utilizzata varia da 2 a 100 volte in peso, preferibilmente da 20 a 40, rispetto al peso del materiale complessivo da trattare.

Il brevetto è particolarmente innovativo e rilevante perché utilizza due rifiuti pericolosi ossia il cemento-amianto ed il siero esausto di latte (grave problema ecologico per l'industria casearia) e quindi tratta un rifiuto con altro rifiuto per ottenere prodotti commercialmente validi.

3.3.3 Trattamento con agenti riducenti

I silicati, come l'amianto, possono essere degradati tramite reazione con un opportuno agente riducente. Il processo richiede l'aggiunta di un riducente come un metallo allo stato elementare (che determina il costo totale del processo). Altra criticità di questi processi è legata all'innescò della reazione. Il vantaggio di questo approccio è che le reazioni di ossidoriduzione sono favorite e una volta avviate procedono spontaneamente. Si parla a tal proposito di self-propagating high temperature syntheses. Un esempio di tale tecnologia è il progetto LIFE FIBERS-LIFE12 ENV/IT/000295 "Fibers innovative burning and reuse by Self-propagating High temperature Synthesis (SHS)" sviluppato da Claudio Belfortini, Laura Gaggero, Evelina Isola e Maurizio Ferretti con brevetto italiano n° ITGE2010A000032A1 è stato sviluppato nel 2010 in collaborazione tra il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV) ed il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (DCCI) dell'Università degli Studi di Genova e consiste nella veloce trasformazione delle fibre di amianto tramite una reazione di ossidoriduzione, fortemente esotermica, attraverso la quale l'Al elementare, con reazione di tipo alluminio-termica, od un altro agente riducente metallico, riduce gli ossidi metallici trasformandoli allo stato fuso e puro.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

La reazione, innescata da un impulso elettrico, ossia da una sorgente a bassa energia per un istante e puntualmente, procede attraverso il volume dei reagenti su un fronte di combustione, senza l'apporto di ulteriore energia e quindi il processo si autosostiene.

Il processo, rispetto agli altri termici convenzionali, è molto veloce, richiedendo pochi secondi e poca energia di attivazione, nonché un'apparecchiatura relativamente semplice.

I prodotti ottenuti possono essere utilizzati come materia prima seconda e possono essere un inerte od un silicato con ottime proprietà termiche e di durezza, quindi un refrattario e/o un abrasivo.

La seguente tabella riporta un riassunto delle varie tecnologie termiche appena descritte, in termini di vantaggi e svantaggi.

DENOMINAZIONE	BREVETTO	PUNTI DI FORZA	SVANTAGGI
TRESENERIE (subcritico)	WO199700099A1 Europeo	- basse T di processo rispetto i trattamenti termici (T 160-210°C) - prodotti ottenuti utilizzati come flocculanti nelle acque industriali	- miscelazione con solventi previsto quindi un sistema di rigenerazione di trattamento dei reflui
SOLVAS (subcritico)		-basse T di processo rispetto i trattamenti termici (T 100°C) - prodotti ottenuti utilizzati come fondenti nell'industria del vetro e del cemento	- pretrattamento dei MCA (macinazione) - miscelazione con solventi previsto quindi un sistema di rigenerazione di trattamento dei reflui - processo altamente pericoloso per l'utilizzo dell'acido fluoridrico
TRATTAMENTO IDROTERMICO (supercritico)	VI2005A000174 Italiano	- basse T di processo rispetto i trattamenti termici (T 600-650°C) - prodotti ottenuti utilizzati nelle infrastrutture - nel processo non vengono usati reagenti pericolosi	- pretrattamento dei MCA (macinazione) - P elevata (circa 260 atm)

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

DENOMINAZIONE	BREVETTO	PUNTI DI FORZA	SVANTAGGI
CHEMICAL CENTER (supercritico)	ITMI2010A001443 Italiano	<ul style="list-style-type: none"> - basse T di processo rispetto i trattamenti termici (T 120-250°C) - nel processo non vengono usati reagenti pericolosi - utilizzo di due rifiuti pericolosi (amianto e siero di latte) per ottenere un inerte utilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> - pretrattamento dei MCA (macinazione) - miscelazione con solventi previsto quindi un sistema di rigenerazione di trattamento dei reflui - t di permanenza nel reattore molto lunghi (120 per la miscelazione e 120h per la reazione)
LIFE FIBERS-LIFE12 (agenti riducenti)	ITGE2010A000032A1 Italiano	<ul style="list-style-type: none"> - T di innesco processo bassa (T 100°) - basse energie richieste perché il processo si autosostiene - in pochi secondi di raggiungono elevate T 1600°C e quindi si ha buona degradazione delle fibre di amianto - inerti prodotti utilizzati come abrasivi o refrattari 	<ul style="list-style-type: none"> - pretrattamento dei MCA (macinazione in appositi frantoi) - costo elevato del Al elementare usato come composto riducente

3.4 TRATTAMENTI MECCANOCHEMICI

I trattamenti meccanochimici affidano all’energia meccanica trasmessa al MCA da macchine trituratrici il compito di distruggere i reticoli cristallini ed i legami molecolari presenti nell’amianto, causa della sua stessa pericolosità (Plescia et al., 2003).

I processi di macinazione ad alta energia od ultramacinazione sono stati proposti e utilizzati con successo alla scala di laboratorio ed industriale.

Nello specifico è stato dimostrato che la macinazione di fillosilicati, che avviene in mulini che operano con le più diverse metodologie, ne determina la progressiva amorfizzazione grazie al rilascio degli ioni ossidrilici necessari al mantenimento della struttura cristallina (si parla anche di “vetrificazione a freddo”).

Le sollecitazioni meccaniche, imposte per compressione e sfregamento, portano ad una rapida distorsione reticolare, ad una espulsione delle molecole d’acqua, OH e CO₂ ed alla formazione di un materiale isotropo e amorfo.

Un esempio di questa tecnologia è il processo HEM (High Energy Milling) sviluppato da F. Colangelo del Dipartimento di Tecnologia dell’Università Partenopea di Napoli e da R. Cioffi, M. Lavorgna e L. Verdolotti dell’Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici (IMCB) del CNR di Napoli e L. De Stefano dell’Istituto per la Microelettrica e i Microsistemi sempre del CNR di Napoli.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

I risultati delle analisi spettrofotometriche e diffrattometriche a raggi X effettuati sui rifiuti contenete amianto mostrano una totale trasformazione della struttura chimica e cristallina degli asbesti. Le sottili polveri ottenute possono essere così riutilizzate in numerose applicazioni di ingegneria civile come ad esempio nella produzione di materiali da costruzione come il cemento e le malte, avendo queste polveri un'ottima attività pozzolanica.

Le caratteristiche meccaniche delle malte preparate con tali miscele risultano migliori di quelle preparate con calce e pozzolana.

Si tratta di un meccanismo sicuramente efficiente e meno costoso rispetto ai trattamenti chimici e termici dell'amianto. (Cioffi R. et al., 2011).

DENOMINAZIONE	BREVETTO	PUNTI DI FORZA	SVANTAGGI
HEM	Italiano	- polveri ottenute utilizzate nelle malte o nei cementi - trattamento meno costoso rispetto un trattamento termico o chimico	- pretrattamento dei MCA (macinazione in appositi frantoi ad alta energia)

3.5 CONFRONTO TRA LE MACROCATEGORIE

Di seguito viene riportata una tabella che confronta le 3 macrocategorie di tecnologie viste nei precedenti paragrafi. Come può essere osservato, i trattamenti termici richiedono elevate temperature di reazione, con il conseguente aumento nel consumo di energia. Una quantità non trascurabile di energia è richiesta anche dal trattamento mecanochimico, mentre in generale i processi chimici sono i meno dispendiosi dal punto di vista energetico. D'altro canto, è importante notare che l'utilizzo di reattivi è elevato per i processi chimici, mentre è scarso o assente per i processi termici e mecanochimici. I prodotti di scarto sono maggiormente presenti nella frazione gassosa (emissioni in atmosfera) per i processi termici e nella frazione liquida per i processi chimici. Tuttavia, per tutti i processi descritti, è possibile ottenere prodotti riutilizzabili per costruzione, manti stradali, oppure per l'industria del cemento e del vetro.

Tipo di trattamento	Termico	Chimico	Mecanochimico
Temperatura di processo (°C)	1000 - 2800	< 600	< 100
Energia necessaria	alta	bassa	media
Utilizzo di reattivi chimici	Scarso	Elevato	Nessun utilizzo

Legambiente – Liberi dall’Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Prodotti di scarto	Elevate quantità di reflui gassosi	Elevate quantità di reflui liquidi	Piccole quantità
Riutilizzo dei prodotti ottenuti	Applicazioni nei manti stradali e nell’industria del cemento	Applicazioni nell’industria del cemento e del vetro	Polvere utilizzata nei materiali da costruzione
Emissioni in atmosfera	Alte	Basse	Basse
Reflui liquidi	Scarse quantità	Grandi quantità	Nessuno

3.6 CONCLUSIONI

In questo capitolo sono descritte e confrontate diverse tecnologie di trattamento dei rifiuti contenenti amianto. Come discusso nei precedenti paragrafi, il livello di industrializzazione di alcune tecnologie è oggi in grado di affrontare questa problematica in maniera tecnicamente soddisfacente, sia dal punto di vista della sicurezza del processo sia per quanto riguarda la qualità dei sottoprodotti ottenuti. In particolare, sono disponibili numerose applicazioni di trattamenti termici e chimici che permetterebbero di degradare in maniera affidabile l'amianto. Attualmente, tutte queste tecnologie sono più costose rispetto al collocamento in discarica: questo potrebbe essere considerato il motivo principale del basso livello di diffusione di questi processi. Tuttavia, come precedentemente discusso, il conferimento in discarica dovrebbe diventare una pratica sempre meno utilizzata nei prossimi decenni. Il costo dei processi di degradazione dell'amianto è dovuto a diversi fattori, come il consumo di energia per la produzione di calore (eventualmente sotto forma di microonde), il consumo e lo smaltimento di prodotti chimici, eccetera. Di conseguenza, ciascuna tecnologia presenta vantaggi e svantaggi. Al fine di selezionare le strategie ottimali di trattamento, il fattore di maggiore interesse è la possibilità di ottenere un sottoprodotto riutilizzabile: questo permetterebbe sia di ridurre i costi di processo, sia di migliorare la sostenibilità ambientale del trattamento dell'amianto, inserendolo in un contesto di economia circolare.

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Bibliografia

Anastasiadou K, Axiotis D, Gidaracos E (2010). Hydrothermal conversion of chrysotile asbestos using near supercritical conditions. *Journal of Hazardous Materials* 179: 926-932

Averroes A, Sekiguchi H, Sakamoto K (2011). Treatment of airborne asbestos and asbestos-like microfiber particles using atmospheric microwave air plasma. *Journal of Hazardous Materials* 195: 405- 413

Colangelo F, Cioffi R, Lavorgna M, Verdolotti L, De Stefano L (2011). Treatment and recycling of asbestos-cement containing waste. *Journal of Hazardous Materials* 195: 391-397

Decreto n. 248 del 29 Luglio 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM); "Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto"
Gualtieri AF, Cavenati C, Zanatto I, Meloni M, Elmi G, Lassinanti Gualtieri M (2008). The transformation sequence of cement-asbestos slates up to 1200 °C and safe recycling of the reaction product in stoneware tile mixtures. *Journal of Hazardous Materials* 152: 563-570

Gualtieri AF, Tartaglia A (2000). Thermal decomposition of asbestos and recycling in traditional ceramics. *Journal of the European Ceramic Society* 20: 1409-1418

Gualtieri AF, Veratti L, Tucci A, Esposito L. (2012). Recycling of the product of thermal inertization of cement-asbestos in geopolymers. *Construction and Building Materials* 31: 47-51

Horikoshi S, Sumi T, Ito S, Dillert R, Kashimura K, Yoshikawa N, Sato M, Shinohara N (2014). Microwave-Driven Asbestos Treatment and Its Scale-up for Use after Natural Disasters. *Environ. Sci. Technol.* 48: 6882-6890

Inaba T, Iwao T (2000). Treatment of Waste by dc Arc Discharge Plasmas. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation* 7 (5): 684-692

Inaba T, Nagano M, and Endo M (1999). Investigation of Plasma Treatment for Hazardous Wastes Such As Fly Ash and Asbestos. *Electrical Engineering in Japan*, 126 (3): 73-82

Kusiorowski R, Zaremba T, Piotrowski J, Podworny J. (2015) Utilisation of cement-asbestos wastes by thermal treatment and the potential possibility use of obtained product for the clinker bricks manufacture. *J Mater Sci* 50: 6757-6767.

Leonelli C, Veronesi P, Boccaccini DN, Rivasi MR, Barbieri L, Andreola F, Lancellotti I, Rabitti D, Pellacani GC (2006) Microwave thermal inertisation of asbestos containing waste and its recycling in traditional ceramics. *Journal of Hazardous Materials* B135: 149-155

Min SY, Maken S, Park JW, Gaur A, Hyun JS (2008), Melting treatment of waste asbestos using mixture of hydrogen and oxygen produced from water electrolysis, *Korean J. Chem. Eng.*, 25(2): 323-328

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Plescia P, Gizzi D, Benedetti S, Camilucci L, Fanizza C, De Simone P, Paglietti F (2003). Mechanochemical treatment to recycling asbestos-containing waste. *Waste Management* 23: 209-218

Porcu M, Orrù R, Cincotti A, Cao G (2005). Self-Propagating Reactions for Environmental Protection: Treatment of Wastes Containing Asbestos. *Ind. Eng. Chem. Res.* 44: 85-91

Yoshikawa N, Kashimura K, Hashiguchi M, Sato M, Horikoshi S, Mitani T, Shinohara N (2015). Detoxification mechanism of asbestos materials by microwave treatment. *Journal of Hazardous Materials* 284: 201-206

Balducci G., Foresti E., Lelli M., Lesci I.G., Marchetti M., Pierini F., Roveri N. (2012), *Process for treating an asbestos containing material*, Patent No. EP2428254B1;

Belardi G., Maccari D., Marabini A.M. Plescia P. (1998), *Process for producing ceramic type materials by processing waste containing asbestos and clay*, Patent No. WO199822410A1;

Belfortini C., Ferretti M., Gaggero L., Isola E. (2011), *Metodo e apparato per l'inertizzazione dell'amianto*, Patent No. ITGE2010A000032A1;

Bergamasco V., Bullian E., Simoni R. (2012), *Amianto ed ambiente*, V Conferenza regionale sull'amianto in Friuli Venezia Giulia;

Bernard J.C., Costedoat M., Curie P., Durr H., Foucher C., Morata G., Morot L. (1997), *Procédé de vitrification des fibres de l'amiantite et dispositif pour sa mise en oeuvre*, Patent No. FR2749523A1;

Boen R., Jouan A., Largillier JJ., Pilliol H. (1992), *Procédé de destruction des fibres de l'amiantite par fusion et dispositif de mise en oeuvre*, Patent No. FR2668726A1;

Cioffi R., De Stefano L., Lavorgna M., Verdolotti L. (2011), *Treatment and recycling of asbestos-cement containing waste*, *Journal of hazardous materials*;

Debailleul G. (1997), *Method and plant for processing asbestos containing*, Patent No. WO199700099A1;

Forrester W.B., Mirick. W. (1993), *Products for treating asbestos*, Patent No. US5258131A;

Forrester W.B., Mirick. W. (1993), *Method for treating asbestos*, Patent No. US258562A;

Forrester W.B., Mirick. W. (1993), *Method and products for treating asbestos*, Patent No. US5264655A;

Gualtieri A.F., Zanatto I. (2009), *Industrial process for the direct temperature induced recrystallization of asbestos and/or mineral fibres containing waste products using a tunnel kiln and recycling*, Patent No. EP2027943B1;

Guillaume P., Hebert J. (1997), *Procédé de traitement par vitrification de déchets amiantifères, notamment issus du bâtiment, et installation de mise en oeuvre dudit procédé*, Patent No. FR2746037A1;

Legambiente – Liberi dall'Amianto?

I ritardi dei piani regionali, delle bonifiche e delle alternative alle discariche

Grassi S., Nano G., Servida A., Servida A. (2010), *Method and plant for treatment of asbestos containing waste materials in supercritical water*, Patent No. US20100234667A1;

Jhonson H.S., Roberts D. (1985), *Vitrification of asbestos waste*, Patent No. EP0145350A2;

Mirick W. (1991), *Method for treating asbestos*, Patent No. US5041277A;

Nowak M., Pawelczyk A., Trefler B. (2004), *The waste free method of utilizing asbestos and the products containing asbestos*, Polish Journal of Chemical Technology;

Parosa R. (2012), *Apparatus for conversion of materials including asbestos*, Patent No. US8197768B2.