

La bonifica di siti contaminati da amianto: il caso ex Rhodiatoce

Raffaele Cioffi, Francesco Colangelo, Marco de Pertis, Antonio Beneduce

Sono trascorsi oltre venti anni da quando una legge del 1992 ha prescritto misure di decontaminazione e di bonifica delle aree interessate dall'inquinamento da amianto, ma l'ormai quasi secolare utilizzazione dell'amianto rende difficile reperire tutte le documentazioni accertanti la sua presenza e la conseguente possibilità di pianificare un'appropriate attività di bonifica.

L'inadente presenza dell'amianto

Sono trascorsi ormai più di venti anni da quando, nel 1992, fu finalmente emanata in Italia la tanto attesa Legge 257 "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto" [1] che prescriveva di censire i siti ed i manufatti nei quali fosse stato utilizzato dell'amianto, con il preciso scopo di realizzare delle "misure di decontaminazione e di bonifica delle aree interessate dall'inquinamento da amianto" e, più in generale, per il controllo dell'inquinamento da amianto. Il lungo trascorrere del tempo, dagli albori dell'utilizzo dell'amianto – risalente addirittura ai primi anni venti del secolo scorso – ha avuto come conseguenza l'impossibilità di reperire tutte le documentazioni accertanti la presenza di amianto nei numerosissimi impieghi di edilizia civile ed industriale, così come nei più disparati campi produttivi. L'accertamento, quindi, della presenza di amianto (Figura 1) rende necessaria un'analisi sia qualitativa che quantitativa finalizzata alla determinazione della tipologia e del contenuto ed alla conseguente pianificazione dell'appropriate attività di bonifica.

Se, da una parte, è fuor di dubbio che la promulgazione della succitata Legge 257 e l'emanazione dei successivi decreti e circolari, susseguitesì negli anni [3, 4], finalizzate all'attuazione della legge stessa, hanno costituito un innegabi-

le quanto indispensabile fondamento legislativo, d'altra parte è altrettanto innegabile che permangano aspetti tuttora irrisolti legati ad una problematica molto complessa. Questi ultimi aspetti sono associabili a difficoltà di natura tecnica ed economica. La rilevazione qualitativa e quantitativa delle fibre di amianto aerodisperse o inglobate in "materiali contenenti amianto" (MCA) può essere effettuata con le metodiche riportate nel decreto applicativo della Legge 297, il D.M. 6 settembre 1994 [2]. Tale decreto fornisce chiare indicazioni su come effettuare la classificazione di materiali sospetti, prevedendo come metodiche analitiche per i campioni in massa, con concentrazioni maggiori dell'1% in peso di amianto, la diffrazione dei raggi X (DRX) [7] o la spettroscopia infrarossa (FTIR) [12, 13], mentre la microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF) e la microscopia elettronica a scansione (SEM) sono le tecniche deputate alla determinazione delle fibre aerodisperse [8, 9]. Le tecniche di campionamento ed analisi dell'amianto sono tutt'altro che banali ed automatizzabili: richiedono elevata formazione ed esperienza del personale; elementi, questi ultimi, non sempre disponibili in tutti quei laboratori privati che sovente si occupano di analisi finalizzate alla rilevazione della presenza di amianto.

In riferimento agli interventi di bonifica di siti contaminati dalla presenza

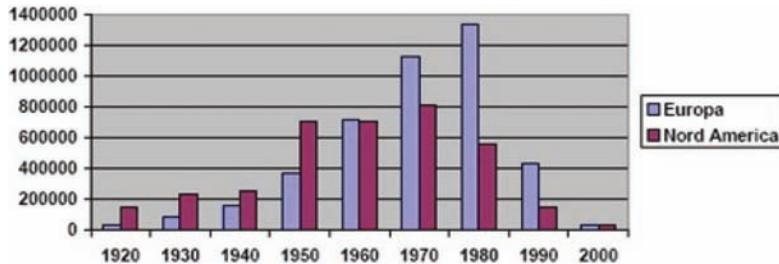


Figura 1. Consumo, in tonnellate, di amianto in Europa ed in Nord America dal 1920 al 2000.

di MCA, il succitato D.Lgs. è particolarmente analitico nella descrizione delle tecniche da adottare, di volta in volta, a seconda del livello di rischio individuato, e rappresenta il principale riferimento per la pianificazione e l'esecuzione di interventi di messa in sicurezza e decontaminazione. Successivamente, a seguito dei numerosi convegni e dibattiti che si sono succeduti a partire dal 1994, sono stati emanati altri disposti legislativi che hanno provveduto a definire meglio ed aggiornare alcuni degli aspetti tecnico-operativi indicati.

In funzione del crescente livello di rischio accertato durante la fase ispettiva, le tecniche di intervento di bonifica da adottare sono state suddivise in tre differenti categorie: incapsulamento, confinamento e rimozione dei MCA.

I MCA sono stati classificati in "friabili" e "compatti" attraverso definizioni semplici e facilmente verificabili. Lo sgretolarsi degli stessi a seguito della pressione delle dita o dell'impiego di utensili ha fatto da discriminare tra le due categorie.

L'incapsulamento, da eseguirsi mediante applicazione di resine sintetiche, e il confinamento, eseguito isolando dall'ambiente circostante i MCA mediante opportuni dispositivi, rappresentano due tecniche che prevedono la permanenza nel sito della fonte di potenziale pericolo, mentre la rimozione prevede l'allontanamento definitivo dei MCA dall'area contaminata. I materiali rimossi, classificabili come "rifiuti contenenti amianto" (RCA), necessitano di

essere successivamente avviati ad una opportuna fase di trattamento o smaltimento.

Ognuna delle tecniche di bonifica descritte presenta vantaggi e svantaggi che devono essere opportunamente valutati in considerazione del livello di rischio accertato, potenziale ed attivato, delle necessarie attività di monitoraggio e manutenzione da svolgersi nel tempo e dei costi necessari.

Il D.Lgs. 256/92 disponeva, inoltre, di avviare una fase di informazione e formazione delle maestranze coinvolte nelle attività di bonifica nonché del personale degli enti pubblici territoriali impegnati nelle attività di ispezione e controllo e imponeva alle Amministrazioni Regionali di predisporre specifici Piani Regionali di pianificazione delle attività da svolgersi sul territorio. I risultati delle attività di censimento programmate dai Piani Regionali hanno, in molti casi, favorito lo svolgersi delle bonifiche, privilegiando le aree a maggiore rischio e di maggiore interesse strategico.

Nel corso degli ultimi decenni, la regione Campania è stata interessata da numerosi interventi di bonifica che hanno riguardato la presenza di grandi quantità di MCA friabili in grandi aziende produttrici di manufatti contenenti amianto (ETERNIT, Italtubi, ecc.), in aziende ferroviarie di costruzione e scoibentazione di vagoni (Breda, Avis, ecc.), nonché industrie petrolchimiche, centrali termoelettriche e manifatturiere che prevedevano coibentazioni di tubazioni e serbatoi attraversati da fluidi caldi.

In questo contesto, uno degli ultimi interventi in ordine di tempo che è stato eseguito e che può essere di interesse per i lettori, in quanto specifico di un sito contaminato oggetto di ripetuti atti vandalici e pertanto con livello di rischio accresciutosi nel tempo, è quello relativo allo stabilimento ex Rhodiatoce.

Gli ex insediamenti industriali in provincia di Napoli

Già dagli anni quaranta, e con particolare sviluppo nell'immediato dopoguerra, l'area dei comuni della periferia di Napoli ha vissuto un intenso svilupparsi di insediamenti industriali che nel tempo hanno ricoperto, in modo fortemente disomogeneo, una vasta superficie complessiva. La presenza di tali opifici, in assenza di un programma organico e sinergico che armonizzasse lo sviluppo sociale del territorio con le esigenze di una così vasta area industriale, ha sostanzialmente condizionato sia la crescita del territorio sia l'operatività degli insediamenti medesimi. Nel tempo, quindi, a partire dagli anni ottanta, tali impianti sono stati spesso abbandonati, lasciando irrisolta tutta una serie di problematiche che, eufemisticamente, sono definite di riqualificazione del territorio. È poi doveroso rilevare che gli insediamenti industriali erano soprattutto aziende petrolchimiche, siderurgiche o energetiche; attività, quindi, che hanno lasciato dietro di sé notevolissimi problemi di smontaggio, demolizioni e bonifiche. Quasi sempre, le figure preposte alla dismissione, committenti ed imprenditori, hanno approcciato lo smontaggio, le demolizioni e le bonifiche spesso disattendendo la normativa in materia di sicurezza e di lotta all'inquinamento e sottovalutando la complessità di tali interventi. Questa sottovalutazione è stata, purtroppo, causa di una serie di incidenti di cui sono state vittime gli operai. Simili tristi esperienze hanno almeno avuto il merito di far comprendere come lo smontaggio, la demolizione e la bonifica di impianti complessi non possano essere affrontati con superficialità. Pensare di poter fare fronte ad attività così articolate e delicate, che riguardano in maniera di-

retta la salute degli operatori coinvolti, con un semplice studio di fattibilità, spesso copiato con approssimazione da altri precedenti, è un modo assolutamente inadeguato per affrontare la bonifica di un impianto petrolchimico o, anche, la semplice demolizione di un edificio abbandonato in condizioni di inagibilità. Negli ultimi anni, grazie allo sviluppo di tutta la normativa relativa alla sicurezza ed alla salvaguardia dell'ambiente [5], l'approccio con il quale vengono oggi affrontate le attività di bonifica è notevolmente progredito. Ha sempre più preso piede l'idea che le bonifiche/demolizioni di siti dismessi necessitino di una progettazione che miri specificatamente a valutare i rischi connessi alle singole attività ed a definire analiticamente le tecniche necessarie all'espletamento di ogni singolo intervento. È certamente possibile evidenziare come il metodo ingegneristico permetta, a tutte le figure coinvolte, di effettuare la bonifica di un manufatto con la dovuta professionalità nel rispetto della normativa vigente. La bonifica di un impianto dismesso richiede una precisa ingegneria di base, che ha lo scopo di descrivere analiticamente le singole attività previste in relazione all'individuazione e mappatura dei rischi specifici e delle misure necessarie per operare nel rispetto dei dettami legislativi connessi alla sicurezza, all'inquinamento e alla gestione dei potenziali materiali tossici e nocivi eventualmente presenti nel sito in esame. Inizialmente, quindi, vengono condotti test ed indagini di campo tesi ad ottenere una precisa mappatura degli inquinanti presenti e dello stato del sito in esame. Dette mappature vengono eseguite anche allo scopo di caratterizzare i rifiuti presenti in area al fine di identificare le corrette procedure per l'avvio degli stessi alle discariche autorizzate prima dell'avvio delle operazioni di bonifica.

Il complesso Rhodiatoce in provincia di Napoli

Premessa

Fra le numerose difficoltà incontrate nel lavoro di bonifica, le prime si sono da subito evidenziate sotto forma dei pericoli, per il personale interessato ai sopralluoghi iniziali, dovuti, alla presenza di pozzetti di ispezione aperti, perché ormai privi di chiusino, a causa dei furti

Figura 2. Condizioni di grave degrado in cui versava lo stabilimento ex Rhodiatoce dismesso.



Figura 3. Lo scempio dei furti di materiale ferroso ha avuto come conseguenza la dispersione di materiale contenente amianto.



di materiale ferroso di cui è stata oggetto tutta l'area dell'insediamento. Proprio in occasione del primo sopralluogo, uno dei tecnici della proprietà, cadde in uno di tali pozzetti procurandosi una frattura all'arto inferiore. Anche quelli che sarebbero dovuti essere dei "semplici" sopralluoghi, furono resi difficoltosi e pericolosi dallo stato di fatiscenza e totale abbandono (Figura 2) in cui versava l'ex insediamento industriale.

Lo stato di abbandono e di decadimento era notevolissimo: i furti di tutto il materiale ferroso asportabile avevano reso l'area ancor più pericolosa in conseguenza del fatto che tutte le tubazioni in ferro erano rivestite di amianto e, per effettuare i furti, erano state tagliate, quindi, sia le tubazioni in ferro che le parti esterne di rivestimento coibente rendendo friabili anche quelle porzioni di amianto che nel tempo si erano conservate compatte. Spesso le tubazioni sono state tagliate in corrispondenza dei punti nei quali queste attraversavano le murature (Figura 3) per poter asportare le parti esterne rimaste libere non potendo con facilità sottrarre le porzioni murate; praticamente quasi tutte le pareti di ogni edificio mostravano gli orifizi delle tubazioni circondati da amianto in avanzato stato di disgregazione.

L'intera area del sito industriale fu sottoposta a provvedimento di sequestro da parte della Procura della Repubblica di Napoli, già nell'anno 2002, in occasione del procedimento giudiziario conseguente alla querela sporta dalle vedove degli operai e dagli ex operai della Montefibre S.p.A. del gruppo Montedison. Il sequestro fu motivato appunto dall'elevato stato di pericolo connesso alla presenza di materiali pericolosi, ed in particolar modo di amianto in avanzato stato di disgregazione, accertato dai NOE (Nucleo Operativo Ecologico dei Carabinieri) attraverso un'attenta ispezione dei luoghi.

Ispezione preliminare

Le prime attività, che sono state svolte nel sito industriale da bonificare, sono state la mappatura del sito stesso ed il censimento dei materiali contenenti amianto. Il D.M. 471 del 1999 prevedeva anche la redazione di un piano di investigazione iniziale. Da tali attività preliminari, è risultato evidente quanto fosse diffusa la presenza di materiali contenenti amianto sia per lo smontaggio degli impianti produttivi trasferiti dalla Rhodiatoce in Piemonte all'inizio degli anni 70, sia per quanto rimaneva ancora all'interno degli edifici. In que-

Figura 4. Rappresentazione in pianta del sito industriale Rhodiatoce.

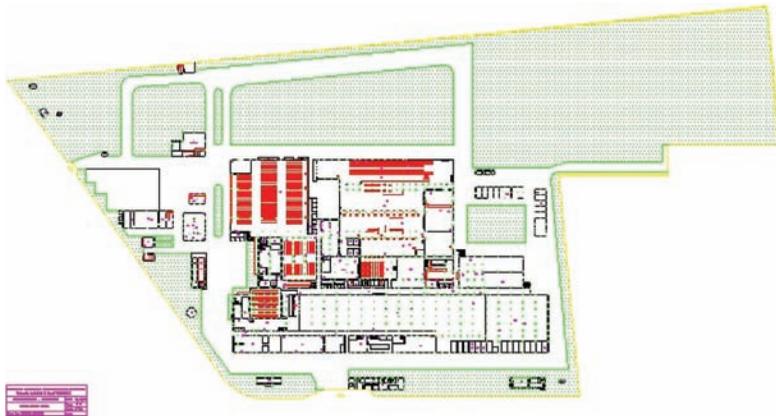


Figura 5. Fotografia aerea del sito industriale Rhodiatoce.

sti ultimi, le condotte ancora esistenti erano tutte ricoperte di coibentazione, così come altro amianto era presente anche lungo i muri perimetrali esterni e

nei numerosi cunicoli sotterranei. Il sito industriale, come si evince dalla pianta in Figura 4, risultava essere costituito da un insieme di numerose costruzioni ed articolato in modo piuttosto complesso. La particolarità degli edifici che avevano ospitato i diversi impianti produttivi, era tale da non renderli riconducibili ad alcuno standard di edilizia civile o industriale: lo sviluppo del sito risultava essere più verticale che orizzontale.

Descrizione del sito

Lo stabilimento Rhodiatoce occupava una vasta area di circa 160.000 m² (Figura 5) dei quali circa 50.000 m² di superfici coperte, costituite da ben 47 edifici aventi sviluppi orizzontali e verticali diversi.

Di questi 47 edifici, ben 35 erano ad un solo piano ed i rimanenti 12 erano a più piani e molti fra essi erano intercomunicanti. Fra i primi 35, ve ne erano 17 non comunicanti con altri edifici ed i rimanenti 18 comunicavano, invece, fra essi stessi e con quelli a più livelli.

La quasi totalità degli edifici comunicava, in sotterraneo, con una ramificata serie di cunicoli (Figura 6) ai quali si poteva accedere attraverso numerosi pozzetti di ispezione. Questi cunicoli erano stati realizzati soprattutto per il passaggio delle condotte degli impianti termici al servizio degli edifici. Proprio l'elevato contenuto di amianto sotto forma di rivestimento delle tubazioni presenti in tali cunicoli era stato, in realtà, sottostimato in una prima disamina, più approssimata, dell'area.

Questa iniziale sottovalutazione condusse, nella ripartizione in lotti del lavoro di bonifica, ad una suddivisione in tre parti delle quali l'ultima, relativa proprio ai cunicoli, era stata creduta molto minore delle restanti altre. Il nucleo principale dell'impianto era costituito da grossi capannoni ad un piano e da 19 edifici

Figura 6. Cunicoli sotterranei di comunicazione fra gli edifici.



ad uno o più piani strettamente interconnessi, spesso contigui. Le tipologie di questi ultimi erano le più disparate: edifici anche di ben quattro livelli, alcuni di dimensioni limitate e, fra i capannoni, alcuni avevano un'estensione superficiale di oltre 3.500 m². Molti di questi edifici, in pessimo stato di abbandono, avevano canali nel pavimento, nei quali sono stati rinvenuti ulteriori materiali contenenti amianto. L'intera opera di bonifica, quindi, si prospettava di particolare complessità: risultava indispensabile una corretta progettazione che articolasse in modo appropriato i lunghi tempi di intervento. Questi ultimi si sarebbero, però, potuti ridurre se ci si fosse avvalsi di una sinergia di attività che consentisse una contemporaneità di più azioni con una attenta visione generale delle attività da svolgere. L'attività di bonifica sarebbe potuta cominciare, negli edifici che circondavano il corpo centrale, contemporaneamente alle attività riguardanti le zone di intervento più complesse con distinte squadre di operai. A condizione, tutto questo, di individuare le zone di intervento tenendo conto dello specifico obiettivo di non creare interferenze tra le attività di bonifica in una di esse e di sopralluoghi preliminari in un'altra.

Attività propedeutiche

Diserbaggio. La presenza di erba ed arbusti che ricoprivano le aree esterne

dell'insediamento comportò la necessità di una preventiva rimozione per permettere l'attività di mappatura iniziale. Le piante rampicanti e le erbacce cresciute oltremodo non solo impedivano l'accesso ed il transito nei viali interni del complesso industriale, ma occultavano anche la presenza di pozzi e tombini resi pericolosi dall'assenza dei chiusini sottratti nel corso del tempo. L'asporto di erbacce ed arbusti, in una prima fase riguardò soltanto i viali e non l'interno degli edifici o le aiuole sulle quali erano presenti materiali contenenti amianto; e pertanto interessate dalle successive fasi di bonifica.

Messa in sicurezza delle aree scoperte. Le aree scoperte del complesso industriale erano costituite non solo da strade interne ancora pavimentate ed in condizioni accettabili, ma anche da aiuole e aree verdi di svariate estensioni. L'attività di mappatura permise di verificare che le aiuole e le aree a verde non necessitavano di particolari precauzioni di messa in sicurezza; invece, lungo le strade interne i tombini erano quasi sempre privi dei rispettivi chiusini così come erano in condizioni di pericolo anche i profondi canali presenti intorno ad alcuni degli edifici. Fu quindi necessario provvedere sia alla chiusura dei tombini con gli appropriati chiusini che alla segnalazione della presenza dei fossati precedentemente messi in sicurezza.

Monitoraggi ambientali. Il complesso industriale fu negli anni soggetto alla crescita urbanistica della zona e di conseguenza circondato da numerosi edifici in gran parte destinati a civile abitazione. Tale circostanza rese necessario, in aggiunta ai presidi di sicurezza usualmente previsti dalla normativa, anche un attento controllo della qualità dell'aria reso possibile da una rete di monitoraggi ambientali sia precedenti l'inizio delle attività di bonifica, sia durante il loro progressivo svolgimento. Il piano dei monitoraggi prevede la

realizzazione di una rete di prelievi intorno al sito effettuati, di volta in volta, in funzione della direzione del vento prevalente. I monitoraggi furono effettuati quotidianamente avvalendosi della metodica della Microscopia Ottica in Contrasto di Fase (MOCF) con almeno due prelievi al giorno per l'intero periodo lavorativo. Inoltre, con frequenza settimanale furono effettuate verifiche con microscopia elettronica a scansione (Scanning Electron Microscopy, SEM) e spettrometria a dispersione di energia (Energy Dispersive Spectrometer, EDS), effettuando i prelievi in prossimità di quelli effettuati per l'analisi MOCF in modo tale da poter disporre dei necessari riscontri analitici.

Metodologia di lavoro

Alla luce della complessa organizzazione del lavoro di bonifica, fu valutato di articolare il lavoro in tre parti, relative ciascuna a tre diverse aree di edifici sui quali intervenire. La prima parte riguardò gli edifici perimetrali rispetto al complesso centrale; la seconda parte riguardò il complesso centrale di edifici e capannoni; la terza parte riguardò le condotte sotterranee ed i cunicoli. Quest'ultima era stata inizialmente stimata come la parte più piccola ma, lo svolgimento delle attività nei cunicoli rivelò un'iniziale sottostima della quantità di materiale contenente amianto presente nelle condotte sotterranee. Nella prima parte ci si riferì ad un gruppo di edifici situati intorno al gruppo centrale e costituiti da piccole strutture di un unico piano, fatta eccezione per due edifici di due livelli e da un pozzo di elevato sviluppo verticale. Ciascuno degli edifici costituiva una struttura autonoma, spesso comunicante con altre strutture dell'impianto, per mezzo di condotte interrato visibili soltanto dall'interno degli edifici stessi.

La bonifica delle strutture costituenti la prima parte del piano, venne, a propria volta, suddivisa in due fasi: la prima riguardò la bonifica degli edifici posti a destra del viale interno che si dipartiva dall'ingresso principale; la seconda riguardò la bonifica degli edifici giacenti sul lato opposto sinistro rispetto al viale interno, in posizioni quasi simmetriche rispetto ai primi. Quest'ulteriore suddivisione permise una gestione ottimale ed un miglior controllo delle attività, verificabili da parte dell'organismo di controllo preposto dalla ASL, anche in considerazione della elevata estensione del sito. Le aree vennero delimitate da barriere metalliche e furono poi rese disponibili, dopo la bonifica, per la restituzione, successivamente agli accertamenti compiuti dall'organismo di controllo. Durante lo svolgimento delle operazioni di bonifica, effettuate nella prima parte della suddivisione, furono messi a punto i piani di lavoro relativi alle parti due e tre inerenti il gruppo di edifici del corpo centrale e le condotte interrato. Per ciascuno degli edifici della prima parte, l'attività di bonifica interessò il materiale contenente amianto sia in forma di matrice compatta che in forma di matrice friabile, come coibentazione delle tubazioni ancora presenti nonché di quelle situate nei cavedi o fossati fino alla totale rimozione dagli eventuali cunicoli di adduzione. Anche le aree esterne agli edifici rivelarono la presenza di materiale contenente amianto sparso sul terreno. La rimozione di tali rifiuti prevede anche l'asporto del primo strato di terreno che poteva essere stato contaminato durante le fasi di dismissione degli impianti.

Si può ben immaginare come un lavoro così vasto e protratto nel tempo possa essere stato oggetto di aggiustamenti in corso d'opera: fra i piani di lavoro inizialmente redatti, per alcuni fu necessaria un'integrazione, nel rispetto dell'articolo 34 del D.Lgs. n. 277 del

Figura 7. Utilizzo del Glove-bag.



15 agosto 1991 [3] relativo, appunto, ai lavori di demolizione e di rimozione dell'amianto. Le metodologie di rimozione vennero ottimizzate in funzione della tipologia di materiale contenente amianto che doveva essere asportato. Ad esempio, per quanto riguarda la rimozione dei materiali isolanti contenenti amianto, installati a coibentazione delle tubazioni che correvano nei locali interrati di alcuni fabbricati, venne ritenuto appropriato l'uso della tecnica del "glove bag", allo scopo di minimizzare l'esposizione degli operatori. Inizialmente si procedette alla messa in sicurezza dei percorsi operativi mediante la realizzazione di parapetti lungo le rampe di accesso agli scantinati, ed a dotare le aree di lavoro di idonea illuminazione; successivamente si effettuò una pulizia grossolana dei locali con l'allontanamento degli elementi ingombranti, e dei rifiuti ivi giacenti. Le aperture degli scantinati verso l'esterno, quali griglie, porte e finestre, furono sigillate con doppio telo di polietilene, in modo da preservare l'ambiente esterno da eventuali fuoriuscite di fibre dovute a cause accidentali. Dopo le opere provvisorie descritte, venne eseguito l'intervento di rimozione della coibentazione utilizzando la tecnica del glove bag (celle di polietilene dotate di guanti interni per l'esecuzione dei lavori, Figura 7). Questi glove bag furono applicati in modo da confinare interamente i tratti di tuba-

zioni dalle quali rimuovere la coibentazione, sigillando ermeticamente tutte le aperture.

Prima dell'installazione, il glove bag fu dotato di tutti gli attrezzi a perdere, quali cesoie, raschietti, forbici e spazzole e fu sistemato lungo la tubazione e collegato ad un aspiratore dotato di filtro ad alta efficienza (High Efficiency Particulate Air, HEPA) e ad uno spruzzatore di soluzione inglobante attraverso ugelli predisposti. La rimozione dell'amianto avvenne, dunque, mediante imbibizione del coibente, rimozione con cesoie e raschietti, e successiva spazzolatura ad umido della superficie da decontaminare; infine furono applicate resine acriliche per l'inglobamento di eventuali fibre residue. Al termine del lavoro, il glove bag venne messo sottovuoto collegando l'ugello inserito in precedenza all'aspiratore munito di filtri HEPA. La cella di contenimento venne aspirata, pressata e "strozzata" con doppio legaccio e nastro adesivo tenendo all'interno il materiale rimosso nella parte bassa del sacco. Le celle vennero poi svincolate, rimosse e confezionate negli appositi sacchi big-bag omologati ONU (Figura 8) per essere trasferite alla zona di deposito temporaneo opportunamente allestita. Al termine delle operazioni di bonifica, con confinamenti ancora in opera, furono effettuati i monitoraggi ambientali degli ambienti bonificati, uno per ciascun comparto d'intervento con analisi in microscopia S.E.M. (cfr. paragrafo sui monitoraggi ambientali). I teli di confinamento rimossi a seguito della restituibilità dell'area di lavoro, furono confezionati e smaltiti come materiali contenenti amianto. Per le procedure di svestizione e decontaminazione del personale di bonifica, veniva utilizzata un'unità di decontaminazione del personale (UDP) mobile, installata all'uscita di ciascun lotto di intervento.

Come precedentemente accennato, i materiali contenenti amianto presenti nel

Figura 8. Sacchi big-bag omologati ONU per il confezionamento di materiali contenenti amianto.



Figura 9. Baderne in avanzato stato di disgregazione.



complesso industriale Rhodiatocce erano costituiti prevalentemente da baderne (Figura 9): strati di coibentazione delle tubazioni metalliche che trasportavano fluidi caldi, comunemente denominati "treccie".

Erano poi presenti anche cuffie isolanti in tela di amianto e treccie di amianto a fibra lunga avvolto a torciglione e sostenuto da rete metallica a maglia larga; guarnizioni circolari; lastroni in cemento amianto destinati alla copertura di canali; pavimentazioni in vinil-amianto meglio conosciuto come linoleum e, finanche, sciacquoni per servizi igienici ricoperti di impasto contenente amianto. La maggior parte di questi materiali si trovava all'interno degli edifici, disseminata sui pavimenti o sversata all'interno dei numerosi canali presenti in quasi tutti gli edifici. L'attività di bonifica fu quindi prevalentemente costituita dalla rimozione raccolta e confezionamento ai sensi della normativa vigente di ma-

teriali contenenti amianto presenti nelle disparate tipologie precedentemente descritte.

Nell'ambito dell'intervento complessivo, oltre ai rifiuti contenenti amianto o da essi contaminati, furono asportati anche tutti quei materiali da demolizione che giacevano in sito. Ovvero, inerti e ferro prodotto dalla dismissione degli impianti e imballaggi in legno, plastica ecc. residui dell'attività produttiva. Data la commistione dei rifiuti fra loro, fu pertanto necessario effettuare delle accurate operazioni di cernita, e talvolta, per effetto della diffusione incontrollata dell'amianto nel sito, delle ulteriori operazioni di lavaggio e bonifica. I quantitativi di materiale smaltito nei due anni di attività di bonifica sono indicati nella Tabella 1, espressi in chilogrammi, suddivisi in base alla classificazione CER (Catalogo europeo dei rifiuti) fornita di seguito:

- materiali isolanti contenenti amianto – codice CER 170601;
- legno – codice CER 170201;
- miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106 – codice CER 170107;
- rifiuti metallici – codice CER 020110;
- materiali da costruzione contenenti amianto – codice CER 170605*;
- altri materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603 – codice CER 170604;
- plastica – codice CER 170203.

I rifiuti in elenco furono pertanto gestiti secondo normativa vigente [6] e destinati agli impianti all'uopo autorizzati per le specifiche tipologie, in particolare, i

Tabella 1. Bonifica stabilimento ex Rhodiatocce, Viale Europa, Casoria, Napoli.

| Riepilogo smaltimenti | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|---------------|------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|------------|-----------|
| CER | 17.06.01 | 17.06.03 | 15.02.02 | 17.06.05 | 17.04.05 | 17.09.04 | 15.01.02 | 15.01.03 | 16.06.01 | 15.02.03 |
| Anno 2006 | 156.676 | 17.000 | 160 | 3.100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Anno 2007 | 659.523 | 64.015 | 730 | 75.620 | 13.210 | 377.860 | 17.650 | 37.110 | 140 | 30 |
| Totali | 816.199 | 81.015 | 890 | 78.720 | 13.210 | 377.860 | 17.650 | 37.110 | 140 | 30 |

materiali isolanti contenenti amianto “CER 170601” furono trasportati alle piattaforme milanesi di stoccaggio e smistamento per poi essere trasferiti agli impianti transfrontalieri di smaltimento finale, i materiali da costruzione contenenti amianto “CER 170605” furono invece destinati direttamente alle discariche italiane.

Gestione e trattamento dei rifiuti contenenti amianto: stato dell'arte

La gestione dei rifiuti contenenti amianto (RCA) ha rappresentato, e, purtroppo, rappresenta ancora, uno degli aspetti più delicati riguardo l'intero processo di bonifica.

La rimozione dei MCA, molto spesso necessaria, ha prodotto ingenti quantità di RCA provenienti sia da siti contenenti materiali friabili contaminati che da edifici e capannoni pubblici o privati con componenti edilizi considerati “materiali compatti”. In entrambi i casi i RCA, pur essendo caratterizzati da un differente grado di pericolosità, devono essere adeguatamente smaltiti [10] oppure sottoposti a trattamento di inertizzazione [11].

La ritardata emanazione del D.M. 248, che definisce e regola i processi di trattamento autorizzabili, e l'urgente necessità di gestire ingenti quantità di rifiuti hanno fatto sì che la quasi totalità di RCA fino ad ora prodotti è stata conferita in discarica, mentre solo quantità più ridotte sono state avviate ad impianti di trattamento che consentono la completa distruzione morfologica e mineralogica delle specie fibrose pericolose. Questi ultimi impianti hanno operato e operano attivamente solo in paesi stranieri e soltanto esperienze pilota sperimentali sono state sviluppate in Italia.

Il D.M. 248 classifica i processi di inertizzazione in due grandi categorie: quel-

li che riducono la capacità delle fibre asbestiformi di liberarsi nell'atmosfera (Tabella A: Processi di trattamento per i rifiuti contenenti amianto finalizzati alla riduzione del rilascio di fibre) e quelli che prevedono la distruzione chimica e morfologica delle fibre stesse (Tabella B: Processi di trattamento per i rifiuti contenenti amianto finalizzati alla totale trasformazione cristallochimica dell'amianto). Questi ultimi si fondano sulle conoscenze che si sono consolidate negli ultimi anni e che sono associate ai risultati delle trasformazioni che le lunghe catene dei minerali silicoalluminatici (amianto anfibolo e serpentino) possono subire a seguito di trattamenti termici (ceramizzazione, clinkerizzazione e fusione), meccanici (macinazione ad elevata energia) e chimici (trattamenti con soluzioni fortemente aggressive) [12].

In conclusione, si può ritenere che appare remota la possibilità che un percorso virtuoso dei minerali asbestiformi (fibrille pericolose) verso scorie amorfe o componenti ceramici innocui si possa sviluppare completamente in tempi rapidi.

Il costo degli impianti e la ritardata fase autorizzativa potrebbero orientare l'applicazione delle tecnologie di trattamento dei RCA solo verso le bonifiche dei siti fino ad ora destinati alla messa a dimora dei RCA.

Bibliografia

1. Legge 27 marzo 1992, n. 257 “Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto”. Pubblicata sul supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 87 del 13 aprile 1992 – Serie generale.
2. D.M. 6 settembre 1994 “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6 comma 3 e dell'art. 12 comma 2 della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto”, Ministero della Sanità.
3. D.Lgs. 15/08/1991, n. 277 Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 2/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia

- di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212.
4. D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
 5. D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". Testo Coordinato.
 6. D.M. 27 settembre 2010, Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005. *Gazzetta Ufficiale* n. 281 dell'1 dicembre 2010.
 7. De Stefano L., Buccolieri G., De Luca F. (1998) Principali tecniche analitiche per la determinazione del contenuto di amianto in matrici complesse tramite diffrattometria a raggi X, *Rifiuti Solidi*, Marzo-Aprile 1998.
 8. De Stefano L., Palumbo M., Cioffi R. (2004) *L'amianto: campionamento per il monitoraggio qualitativo della presenza d'amianto nei materiali e delle fibre aerodisperse nell'ambiente*. Franco Angeli, ISBN: 978-88-464-5424-3, 160.
 9. De Stefano L., Cioffi R., Colangelo F., Russo L. (2011) L'inquinamento da fibre di amianto in ambiente indoor and outdoor: pericolo scampato o minaccia incombente? Strategie e metodiche per il monitoraggio. 3° *Incontri Mediterranei di Igiene Industriale*, Napoli 6 ottobre 2011.
 10. D.M. del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio 29 luglio 2004, n. 248: "Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto". *Gazzetta Ufficiale* n. 234 del 5 ottobre 2004.
 11. Decreto Ministero Sanità 20 agosto 1999 "Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. *Gazzetta Ufficiale* n. 249 del 22 ottobre 1999.
 12. De Stefano L., Cioffi R., Colangelo F. (2012) Comparison between Two FT-IR Spectroscopy Analytical Procedures for Micrograms Determination of Asbestos Species in Bulk Materials. *American Journal of Analytical Chemistry*, 2012, 3, 1-5 doi:10.4236/ajac.2012.31001 Published Online January 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ajac>).
 13. Colangelo F., Cioffi R., Lavorgna M., Verdolotti L., De Stefano L. (2011) Treatment and recycling of asbestos-cement containing waste. *Journal of Hazardous Materials*, 391-397.