

MANUALE PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO CORRELATO ALLE MERCİ SBARCATE IN AMBITO PORTUALE

INAIL

2018

COLLANA SALUTE E SICUREZZA

A large industrial port facility under a clear blue sky. Several cranes of different colors (green, blue, grey) are visible, some with yellow accents. Large piles of white material, likely salt or a similar chemical, are scattered across the port area. In the background, there are large industrial buildings and structures. The overall scene depicts a busy port environment for handling bulk goods.

MANUALE PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO CORRELATO ALLE MERCİ SBARCATE IN AMBITO PORTUALE

INAIL

2018

Pubblicazione realizzata da

Inail

Direzione Regionale per l'Emilia Romagna

Coordinamento scientifico

Laura Argenti¹

Autori

Laura Argenti¹, Anna Barbieri², Francesca Graziosi², Gianpiero Mancini³, Roberta Migani⁴, Sandra Olanda³, Paola Ravviso¹, Laura Sabatini², Elena Severi², Francesco Saverio Violante²

¹ Inail, Direzione regionale per l'Emilia Romagna

² Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Università di Bologna

³ Ausl Spsal di Ravenna

⁴ Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico centro-settentrionale, ex Autorità Portuale di Ravenna

per informazioni

Inail - Direzione Regionale per l'Emilia Romagna

Galleria 2 agosto 1980, 5/a - 40121 Bologna (BO)

emiliaromagna@inail.it

www.inail.it

© 2018 Inail

isbn 978-88-7484-599-6

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Distribuita gratuitamente. Vietata la vendita e la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

Indice

Premessa	5
Scopo	7
Introduzione	9
1. Quadro di riferimento	11
1.1 Aspetti generali	11
1.2 Stive come ambienti confinati?	13
2. Revisione della letteratura scientifica: “I rischi per la salute e la sicurezza nel lavoro portuale: revisione meta-narrativa secondo lo standard Rameses”	16
2.1 Aspetti metodologici	16
2.2 Salute e sicurezza nel lavoro portuale	16
2.3 Rischi connessi alla movimentazione di merci	22
2.4 Considerazioni generali	37
3. VALUTAZIONE DEI RISCHI	39
3.1 Definizione del sistema di classificazione delle merci	39
3.2 Censimento delle merci	42
4. CREAZIONE DELLA MATRICE MERCI-RISCHI E DISCUSSIONE DEI RISULTATI	55
4.1 Matrice merci-rischi	55
4.2 Rischi professionali	81
4.2.1 <i>Rischi di asfissia e di intossicazione</i>	81
4.2.1.1 <i>Anidride Carbonica (CO₂)</i>	82
4.2.1.2 <i>Monossido di Carbonio (CO)</i>	82
4.2.1.3 <i>Acido solfidrico (H₂S)</i>	82
4.2.1.4 <i>Anidride Solforosa (SO₂)</i>	83
4.2.1.5 <i>Fosfina (PH₃)</i>	83
4.2.1.6 <i>Arsina (AsH₃)</i>	83

4.2.2	<i>Rischi di incendio e di esplosione</i>	83
5.	APPROFONDIMENTI PER LA FOSFINA E L'ARSINA	85
5.1	Premessa	85
5.2	Procedure di sicurezza per la fosfina	86
5.3	Procedure di sicurezza per l'arsina	87
	CONCLUSIONI	89
	RINGRAZIAMENTI	89
6.	APPENDICI	90
6.1	Inquadramento normativo	90
6.1.1	<i>Norme riguardanti la sicurezza delle operazioni portuali relative alle merci solide alla rinfusa</i>	91
6.1.2	<i>Norme riguardanti gli ambienti confinati</i>	99
6.2	Documento sui criteri minimi ex Comitato art. 7 d.lgs. 272/99 (cosiddetto documento CMVP)[61]	102
6.3	Aggiornamento sulla fosfina del documento sui criteri minimi ex Comitato art. 7 d.lgs. 272/99[64]	105
6.4	Aggiornamento sull'arsina del documento sui criteri minimi ex Comitato art. 7 d.lgs. 272/99[65]	111
7.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NOTE	116

Premessa

L'Inail è fortemente impegnato nel dare attuazione a quanto previsto dall'articolo 28, comma 3-ter del d.lgs. n. 81/2008[1], ai sensi del quale, anche in collaborazione con le aziende sanitarie locali per il tramite del Coordinamento Tecnico delle Regioni e i soggetti di cui all'articolo 2, comma 1, lettera ee), rende disponibili al datore di lavoro strumenti tecnici e specialistici per la riduzione dei livelli di rischio.

Il presente manuale si inserisce in tale contesto e prende le premesse da un progetto[2,3,4] in cui è stato sviluppato e testato nel porto di Ravenna il modello qui descritto. Il progetto è stato co-finanziato da Inail e Autorità Portuale di Ravenna, realizzato con la collaborazione della Fondazione Alma Mater - Università di Bologna, della locale AUSL (SPSAL di Ravenna), di tutte le aziende portuali, del Coordinamento RSPP e degli RLS di sito, nonché dei Chimici del Porto di Ravenna.

Partendo dall'attuale stato dell'arte, l'intendimento è stato quello di fornire un significativo contributo alla conoscenza del rischio chimico, attraverso una migliore valutazione dei rischi, spesso nascosti e sottovalutati, associati alle operazioni di sbarco delle merci, in modo da prevenire gli incidenti che in questi casi possono essere molto pericolosi.

Con la presente pubblicazione si intende far conoscere il modello mettendolo a disposizione delle realtà portuali che svolgono attività analoghe, nella convinzione che la diffusione della cultura della sicurezza nei luoghi di lavoro anche in questo ambito possa contribuire all'incremento dei livelli di salute e sicurezza a garanzia dei lavoratori.

Mario Longo
*Direttore Regionale Inail
per l'Emilia Romagna*

Scopo

Il manuale si propone di fornire un supporto a quanti si trovano a dover operare o gestire la sicurezza in ambito portuale (in primis datori di lavoro e lavoratori e loro rappresentanti e collaboratori, per esempio RLS, RSPP ecc.) con particolare riferimento alla valutazione del rischio chimico derivante dalle operazioni di sbarco delle merci di rinfusa solide.

Le proprietà delle merci movimentate, eventualmente modificate e/o combinate con le diverse condizioni microclimatiche possibili e con l'effetto degli agenti atmosferici durante il trasporto in mare e prima delle fasi di sbarco, possono modificare e ampliare il pericolo di intossicazione, di asfissia o esplosione, la cui sottovalutazione può essere causa di infortuni, anche mortali.

A fronte di quanto detto, appare molto importante effettuare un'analisi delle cause e delle dinamiche di tali incidenti. Pertanto, l'obiettivo del manuale è quello di approfondire il rischio chimico e indicare le eventuali misure da predisporre per la sua prevenzione, in relazione alle operazioni di sbarco e imbarco delle merci e pulizia delle stive effettuate dagli operatori portuali. Ciò in modo da poter prevenire tali incidenti e promuovere la diffusione di una cultura della prevenzione tra gli addetti del settore portuale, che possa anche essere da riferimento ed essere esportabile anche per altre realtà diverse da quelle qui considerate.

Dopo aver presentato un quadro generale sugli aspetti normativi e sulla letteratura scientifica relativa ai rischi per la salute e sicurezza nel lavoro portuale, si entra nel merito della valutazione del rischio, legata alle caratteristiche di pericolosità legate sia alle merci, sia alle condizioni ambientali in cui tali merci sono conservate nelle stive, proponendo per ogni situazione studiata anche le misure di prevenzione e protezione più appropriate. Infine, vengono proposte alcune indicazioni più specifiche e raccomandazioni volte a prevenire le intossicazioni legate alla presenza di due degli inquinanti più pericolosi potenzialmente presenti nelle merci solide movimentate, cioè la fosfina e l'arsina.

Introduzione

Ciò che rende il porto un ambito particolarmente complesso e delicato strutturalmente ai fini della sicurezza del lavoro è principalmente la varietà e la mutevolezza degli attori sul campo.

In primo luogo le navi, concepite come un “cantiere” a ogni loro arrivo, che vanno allestite migliaia di volte in un anno, per poche ore o al massimo pochi giorni. Da non sottovalutare la copresenza a bordo, sottobordo, in banchina, nei piazzali di molteplici soggetti: equipaggi, dipendenti delle imprese portuali, dipendenti del fornitore del lavoro portuale e somministrati, autotrasportatori, imprese di manutenzione, dipendenti delle agenzie marittime ecc.

Vanno tenute in debita considerazione la complessità e la pericolosità delle diverse operazioni lavorative svolte, a causa anche della frequente contemporanea presenza di lavoratori di varie ditte nello stesso ambiente o in ambienti interconnessi.

Infine, non vanno trascurati la vicinanza con diverse aree urbane, i potenziali riflessi sull'ambiente e sui cittadini.

In questo contesto, la presente ricerca riguarda il rischio chimico in ambito portuale derivante dalle merci appena sbarcate dalle stive delle navi. Infatti, è possibile che, in particolari circostanze, legate alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa o a influenze provenienti dall'ambiente circostante, le stive, al momento dello sbarco, possano configurarsi come ambienti confinati e/o sospetti di inquinamento, e quindi foriere di un rischio chimico tanto più pericoloso in quanto spesso misconosciuto.

In generale, l'analisi delle cause e delle dinamiche degli incidenti legati agli ambienti confinati e/o sospetti di inquinamento ha evidenziato la scarsa consapevolezza del rischio da parte delle persone coinvolte, associata generalmente all'insufficiente conoscenza dei fenomeni e delle possibili misure di protezione, nonché all'incapacità di mettere in atto appropriate procedure di intervento in caso di emergenza[5,6]. Il ripetersi di questo tipo di infortuni ha spinto il legislatore a emanare interventi normativi specifici[7,8].

Ciò che forse è meno noto è che tale ambito potrebbe riguardare anche le stive delle navi. Infatti le merci possono rimanere depositate in stiva per lunghi periodi, in un ambiente chiuso, spesso mal ventilato e comunque soggetto a penetrazione di acqua piovana.

1. Quadro di riferimento

1.1 Aspetti generali

Nei porti mercantili, strutture chiave per il commercio e l'economia di un Paese, vengono svolte una grande varietà di attività: trasporto delle merci, stoccaggio di prodotti chimici, stoccaggio e trasporto di autoveicoli, circolazione di navi, camion e treni eccetera.

È importante precisare che il lavoro portuale deve essere distinto dal lavoro marittimo, ovvero da quello del personale a bordo delle navi. Nel porto, infatti, l'incrociarsi di interessi pubblici e privati comporta la presenza, nel medesimo ambiente di lavoro, degli enti che intervengono negli ambiti demaniali marittimi, delle imprese di imbarco e sbarco, delle imprese industriali, dei vettori e degli spedizionieri e degli stessi lavoratori portuali (di cui una percentuale sempre maggiore è costituita da lavoratori temporanei).

Per la sua articolazione complessa, quindi, il lavoro nei porti presenta molti aspetti di rischio. La maggior parte delle ricerche sulla salute e sicurezza nell'ambito del lavoro portuale sono focalizzate sul settore delle costruzioni o riparazioni delle navi. Tuttavia, oltre ai rischi presenti nel settore delle costruzioni, in ambito portuale esistono innumerevoli altre tipologie di rischio occupazionale derivanti dalle interazioni terra-mare. I rischi che derivano, infatti, dalle proprietà di alcune merci che passano attraverso i porti (idrocarburi, fertilizzanti, altri prodotti chimici ecc.) o dalle operazioni che vengono svolte su di essi (carico e scarico, stoccaggio, trasporto) costituiscono un aspetto tutt'altro che trascurabile riguardo alla salute e la sicurezza del lavoro nei porti. Individuare e quantificare tutti i possibili rischi derivanti da una tale molteplicità e varietà di operazioni, spesso non standardizzate e influenzate da condizioni esterne (ad esempio condizioni climatiche e agenti atmosferici) risulta un compito arduo da svolgere in modo esauriente; esso risulta tuttavia essenziale per l'individuazione di procedure e misure preventive efficaci nella salvaguardia della sicurezza e salute dei lavoratori portuali.

In questo contesto, uno degli ambiti che si è scelto di approfondire è il rischio chimico derivante dalle merci stivate nelle navi e poi sbarcate nel porto, con particolare riferimento al rischio di intossicazione, asfissia o di esplosione.

Fulcro di queste attività sono le imprese che svolgono le operazioni portuali di

imbarco e sbarco delle merci. Oltre a tali imprese, operano nel porto altri soggetti: depositi costieri, imprese di servizio, in primo luogo i servizi portuali e quelli tecnico-nautici, imprese che operano nel campo delle manutenzioni, oltre al settore dell'autotrasporto, fortemente presente in ambito portuale. Attorno al porto gravitano inoltre una molteplicità di imprese dedite ad attività amministrative (le agenzie marittime e le case di spedizione).

Il momento dello sbarco, con tutte le relative operazioni che vengono svolte, è in questo senso assolutamente critico, perché rappresenta una fase in cui i lavoratori portuali entrano in questi ambienti (per lunghi periodi non adibiti ad attività lavorative) e possono essere esposti ai rischi anche molto insidiosi che vi si nascondono, tanto più insidiosi in quanto misconosciuti, in quanto potrebbero essere stati generati e amplificati durante la navigazione.

I lavoratori che effettuano lo sbarco e l'imbarco di queste merci sono inquadrati in un'unica mansione di *"operatore portuale"*, comprendente diverse tipologie di attività che possono comportare la discesa in stiva:

- aggancio, sgancio e movimentazioni merci e attrezzature;
- pulizia delle stive effettuata con l'ausilio di pale, badili e scope;
- conduzione di mezzi: guida di mezzi di sollevamento, movimentazione delle merci in stiva con l'ausilio di mezzi meccanici, conduzione di tramogge, conduzione di torri aspiranti;
- attività di segnalazione: supporto all'attività di conduzione mezzi ove richiesto dalle condizioni operative;
- attività svolte dai preposti: coordinare le attività secondo modalità operative prestabilite o definite in accordo con il terminalista, sovrintendere e vigilare sulle attività svolte dagli operatori e sul rispetto delle procedure, delle norme vigenti, del piano specifico della sicurezza e di ogni altra disposizione stabilita dal terminalista.

È possibile che le merci movimentate, in partenza non considerabili pericolose in base alla normativa vigente, possano durante il viaggio modificare le loro caratteristiche di pericolosità, e si possano sviluppare agenti contaminanti durante il trasporto in mare e prima delle fasi dello sbarco, per l'effetto delle diverse condizioni microclimatiche e degli agenti atmosferici. Ad esempio si possono verificare reazioni di fermentazione o ossidazione all'interno delle stive, che amplificano il consumo di ossigeno, la produzione di anidride carbonica (CO₂) e monossido di carbonio (CO).

La sottovalutazione di questi rischi può essere causa di infortuni, anche mortali, perché, in seguito a questi fenomeni, si può verificare intossicazione o asfissia.

Un altro rischio può essere legato alla presenza di gas che derivano da residui o da materiale stivato lasciato dopo lo svuotamento, la cui natura dipende dal materiale stoccato, o da residui di lavaggio e pulitura. In tal caso, il rischio dipende dalla tipologia di gas considerato, che può avere effetti sulla salute (tossico, nocivo ecc.) oppure sulla sicurezza (infiammabile, esplosivo ecc.).

Tra tutte le merci sbarcate l'attenzione è focalizzata sulle **merci solide trasportate alla rinfusa**, che rappresentano la quota più significativa del traffico marittimo mondiale. Per trasporto di merci alla rinfusa si intende *“il trasporto di merci, di qualunque genere e in qualunque stato fisico, trasportate senza imballaggio”*. Le rinfuse solide rappresentano il 51,2% delle merci movimentate a livello mondiale, in termini di tonnellate. In questo segmento rientrano, ad esempio, tutti i minerali, il carbone, il legname e le granaglie. Non sono state considerate in questo studio le rinfuse liquide, nonostante rappresentino una parte importante del traffico navale; il traffico delle rinfuse liquide - che comprende la movimentazione di petrolio e derivati, il trasporto di gas naturale liquefatto, il trasporto di prodotti chimici - rappresenta in termini di tonnellate più del 30% del traffico marittimo internazionale.

1.2 Stive come ambienti confinati?

Si è scelto di considerare i rischi che i lavoratori corrono durante le loro operazioni nelle stive, ambienti potenzialmente chiusi e angusti. È lecita la domanda: si tratta di ambienti confinati?

Il d.p.r. 177/2011[7] *“si applica ai lavori in ambienti sospetti di inquinamento di cui agli articoli 66 e 121 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, e negli ambienti confinati di cui all'allegato IV, punto 3, del medesimo decreto legislativo”*. Negli articoli citati del d.lgs. 81/2008 sono elencate alcune tipologie di luoghi:

- art. 66, *“Lavori in ambienti sospetti di inquinamento”*: pozzi neri, fogne, camini, fosse, gallerie e in generale in ambienti e recipienti, condutture, caldaie e simili, ove sia possibile il rilascio di gas deleteri;
- art. 121, *“Presenza di gas negli scavi”*: pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse
- all. IV, *“Requisiti dei luoghi di lavoro”*, punto 3: vasche, canalizzazioni, tubazioni, serbatoi, recipienti, silos.

Con interpello 10/2015 del 2/11/2015[9] il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali ha chiarito che il d.p.r. 177/2011 non si applica all'ambito delle lavorazioni disciplinate dal d.lgs. 272/1999[10].

Tuttavia, viene comunque specificato che *“nell'ambito di applicazione del d.lgs. n. 272/1999, l'articolo 1, lettera 3), prevede l'obbligo di adottare le misure di sicurezza in presenza di condizioni particolari di rischio - tra cui i rischi di inquinamento dell'aria in locali a bordo delle navi, specificamente richiamati negli articoli 12, 13, 17, 25, 36, 46, 48 e 49 del medesimo decreto”*.

Pur mancando una definizione legislativa di ambiente confinato, «sia la realtà dei moltissimi luoghi di lavoro sia l'obbligo normativo previsto dall'articolo 2087 del codice civile impongono di muoversi con estrema cautela nel non considerare *“ambienti sospetti d'inquinamento o confinati”* gli altri, al di fuori della lista apparentemente circoscritta indicata dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i.»[11]. Lo stesso d.lgs.

272/1999 prevede una serie di rimandi puntuali sulle lavorazioni svolte in locali chiusi o che presentano rischi di inquinamento; ne citiamo solo alcuni:

- art. 12: locali chiusi a bordo delle navi;
- art. 13: lavoro in stiva;
- art. 25: precauzioni per i lavoratori per le operazioni relative a merci alla rinfusa solide e merci pericolose;
- art. 36: livello di inquinamento e rumorosità sulle navi traghetto e sulle navi a carico orizzontale;
- art. 48: lavori in locali chiusi e angusti;
- art. 49: lavori entro cisterne, casse, depositi di combustibile, doppi fondi e simili.

Nella letteratura specializzata troviamo varie definizioni di ambiente confinato:

- spazio circoscritto, caratterizzato da limitate aperture di accesso e da una ventilazione naturale sfavorevole, in cui può verificarsi un evento incidentale importante, in presenza di agenti chimici pericolosi (ad esempio gas, vapori, polveri)[6];
- spazio circoscritto, caratterizzato da accessi e uscite difficoltosi o limitati, da una ventilazione naturale sfavorevole, nel quale, in presenza di agenti pericolosi (ad es. gas, vapori, polveri, atmosfere esplosive, agenti biologici, rischio elettrico ecc.) o in carenza di ossigeno o per difficoltà di evacuazione o di comunicazione con l'esterno, può verificarsi un infortunio grave o mortale[12];
- area di lavoro, generalmente non destinata allo stazionamento fisso di lavoratori (spesso adibita all'immagazzinamento o al trasporto di prodotti), con aperture per l'entrata e l'uscita di difficile utilizzo, in cui esistono condizioni di ventilazione sfavorevoli[13];
- qualsiasi ambiente limitato, in cui il pericolo di morte o di infortunio grave è molto elevato, a causa della presenza di sostanze o condizioni pericolose (ad es. mancanza di ossigeno)[14];
- luogo/ambiente totalmente o parzialmente chiuso, che non è stato progettato e costruito per essere occupato in permanenza da persone, né destinato a esserlo, ma che all'occasione può essere occupato temporaneamente per l'esecuzione di interventi lavorativi come l'ispezione, la manutenzione o la riparazione, la pulizia, l'installazione di dispositivi tecnologici[15].

Queste definizioni mettono in evidenza, in maggiore o minore misura, alcune caratteristiche peculiari di questi luoghi, quali la ristrettezza dello spazio, la difficoltà di entrata/uscita, la possibilità di avere infortuni gravi o addirittura mortali a causa della sussistenza di condizioni molto rischiose (tipicamente la presenza di agenti chimici pericolosi e/o la scarsità di ossigeno), la scarsa ventilazione, e il fatto che tali ambienti non siano destinati allo stazionamento fisso dei lavoratori.

Pur tuttavia, anche con queste puntualizzazioni, in mancanza di parametri maggiormente precisi, ad esempio sulle dimensioni dello spazio confinato e delle sue aperture, sul fatto se possa essere aperto da un lato oppure no, e così via, permangono numerosi dubbi di interpretazione, soprattutto per i casi non specifica-

mente elencati dalle norme di legge. Infatti, alcuni ambienti sono facilmente identificabili come confinati, sia perché ricompresi negli articoli di legge già citati, sia perché le limitazioni legate alle aperture di accesso e alla ventilazione sono ben evidenti ed è nota la presenza di agenti chimici pericolosi. D'altro canto, in particolari circostanze, legate alle modalità di svolgimento delle attività lavorative o a influenze provenienti dall'ambiente circostante, anche altri ambienti, che a un primo esame potrebbero non apparire confinati, possono invece configurarsi come tali e rivelarsi altrettanto insidiosi. È il caso ad esempio di camere con aperture in alto, depuratori, camere non ventilate o scarsamente ventilate ecc.

Soffermiamoci in particolare sulle stive delle imbarcazioni e i container che esse trasportano. Sono configurabili come ambienti confinati e/o sospetti di inquinamento? La risposta non è sempre univoca. Vi sono alcune pubblicazioni che le citano tra gli ambienti confinati[13,15]. Si tratta di luoghi che possono avere alcune o tutte le caratteristiche riportate nelle definizioni citate, tuttavia sono caratterizzate da una notevole variabilità di forme, dimensioni, condizioni lavorative, per cui dare una risposta univoca non è facile. Probabilmente esistono condizioni in cui le stive possono configurarsi come ambienti confinati, in dipendenza delle forme, dimensioni e fasi lavorative svolte (ad esempio nei periodi in cui sono chiuse e riempite con il carico), e altre in cui tale correlazione potrebbe essere meno evidente (ad esempio nei periodi in cui sono aperte, completamente svuotate dai loro carichi e sottoposte ad adeguata ventilazione). Lo sbarco, con tutte le relative operazioni che vengono svolte, è in questo senso un momento assolutamente critico, perché rappresenta una fase in cui i lavoratori portuali entrano in questi ambienti (per lunghi periodi non adibiti ad attività lavorative) e possono essere esposti ai rischi anche molto insidiosi che vi si nascondono, tanto più insidiosi in quanto misconosciuti, in quanto potrebbero essere stati generati e amplificati durante la navigazione.

Anche di fronte a questa difficoltà interpretativa, non possiamo dunque nascondere che le stive, per le motivazioni già riportate, possono costituire ambienti "a sospetto di inquinamento", ricompresi nella stessa normativa di riferimento degli ambienti confinati. I pericoli che questi siti possono racchiudere, gli infortuni che vi si possono verificare, e che vi si sono in effetti verificati, confermano che sono luoghi assolutamente degni di attenzione per le attività svolte dai lavoratori che vi operano, a prescindere dal fatto se siano configurabili o meno come ambienti "confinati" in senso stretto.

2. Revisione della letteratura scientifica: “I rischi per la salute e la sicurezza nel lavoro portuale: revisione meta-narrativa secondo lo standard Rameses”

2.1 Aspetti metodologici

La ricerca in oggetto[16] degli studi riguardanti la salute e sicurezza nel lavoro portuale è stata condotta, in conformità allo standard RAMESES[17], consultando i database PubMed, Scholar e CCOHS.

La ricerca è stata condotta impiegando differenti stringhe di ricerca, studiate usando parole chiave in grado di centrare l'argomento di interesse quali: maritime port, seaport, harbour, accident, injury, dock, docker, dockworker, stevedores, longshoremen, bulk carrier, bulk cargo, vessel, ship, cargo ship, loading/unloading/discharging, oxygen deficiency, seaport and (industrial accident or injury), maritime port and (industrial accident or injury).

Sono stati inclusi nel presente lavoro di revisione complessivamente 39 articoli. Tra questi, è stato possibile attuare una suddivisione in due macro-aree di ricerca: 18 articoli, infatti, riguardavano argomenti generici di salute e/o sicurezza nel lavoro portuale (incidenti, infortuni, malattie professionali, metodi di valutazione dei rischi) e 21 lavori erano invece più specifici e incentrati su rischi particolari, strettamente connessi alle merci movimentate.

Per motivi di omogeneità quindi la trattazione è stata suddivisa nelle corrispondenti due sottosezioni.

2.2 Salute e sicurezza nel lavoro portuale

Per questa sottosezione sono stati selezionati e sottoposti a revisione 18 lavori, che sono stati raggruppati in quattro principali macro-argomenti: infortuni, malattie professionali, metodi di valutazione dei rischi e incidenti rilevanti. Due ulteriori documenti sono stati trattati separatamente poiché non classificabili nelle quattro macro-aree prima descritte. I principali risultati di questi lavori sono sintetizzati nella Tabella 1.

Per quanto riguarda il tema degli infortuni sul lavoro (Tabella 2A), in ambito portuale il primo studio reperito risale ai primi anni '90. Si tratta dello studio finlandese di Halme[18] avviato nel 1987 con lo scopo di prevenire gli infortuni nelle attività di stoccaggio delle stive delle navi. Prende in considerazione 4 porti caratteriz-

zati da un alto indice infortunistico e 2 da un basso indice. Dall'analisi degli infortuni emerge che i più frequenti sono rappresentati da cadute, distorsioni e schiacciamenti di arti inferiori, mani o dita. L'autore indica che la migliore strategia per ridurre gli incidenti/infortuni è partire dall'analisi degli stessi e migliorare il livello di sicurezza delle operazioni correlate.

Questo concetto è ripreso da altri autori ad esempio da Noweir e collaboratori[19] che nel 1993 pubblicano uno studio analitico sui registri infortuni del più grande porto marittimo degli Stati Arabi del Golfo nel periodo 1990/1991. Scopo dello studio è creare una banca dati degli infortuni e, attraverso l'analisi degli stessi, identificare le operazioni più pericolose e i fattori di rischio principali. L'analisi mostra che 270 infortuni sono avvenuti senza lesioni (il più comune: collisione e urto di attrezzature), mentre 200 con lesioni (di cui 138 ricoveri in ospedale, tra questi 48 per 3 o più giorni). Gli infortuni con lesioni si sono verificati durante l'attività di trasporto (carico e scarico), principalmente in banchina (52 %) e nelle aree di stoccaggio (28 %). I tipi di infortunio più frequenti sono: inciampi, urti (53 %), cadute (28 %), intrappolamenti (10 %), danni conseguenti a sovraccarico biomeccanico (5 %) ed esposizione a temperature estreme o sostanze nocive (4 %). Le principali attività che hanno comportato il verificarsi degli infortuni sono risultate le operazioni di sollevamento e trasporto delle attrezzature (31 %) e l'utilizzo dei mezzi di trasporto (30 %). I danni maggiormente riportati sono: ferite (51 %), distorsioni e fratture (19 %), amputazioni (17 %), ustioni (4 %) e asfissia (3 %).

I fattori che incidono maggiormente nel verificarsi degli infortuni sono risultati il carico di lavoro, l'esposizione ad alte temperature, la fatica fisica, l'età e l'esperienza lavorativa. Le principali misure di prevenzione proposte sono: formazione/addestramento dei lavoratori, supervisione e manutenzione periodica di strutture, macchinari e ambiente di lavoro.

Anche Blasi e Ares[20] nel 2003 pubblicano uno studio descrittivo che esamina l'andamento degli infortuni sul lavoro tra il 1995 e il 2002. I soggetti coinvolti sono i lavoratori portuali/stivatori del porto della baia di Cadice (Spagna), in particolare 221 lavoratori nel 1995, poi diminuiti a 86 nel 2002. Nel periodo in studio vengono registrati 288 infortuni. Lo studio calcola i seguenti tassi: inabilità al lavoro (n. di giorni persi per infortunio/n. medio di lavoratori); incidenza (n. totale di lavoratori infortunati \times 100/n. medio di lavoratori) e assenteismo (n. di giorni persi \times 100/n. di lavoratori \times giorni in 1 anno). Nel 1995 il tasso di inabilità è risultato pari a 11,32 giorni per lavoratore; il tasso di incidenza pari al 32,5 % mentre il tasso di assenteismo pari al 3,1 %. Nel 2002 si è registrata una sostanziale diminuzione di tutti i tassi grazie all'attuazione di misure preventive (inabilità: 3,74 giorni per lavoratore; incidenza: 11,58 %; assenteismo: 1,03 %). Nel periodo in studio il tempo medio di assenza dal lavoro per causa di infortunio è risultato tuttavia costante (pari a 30 giorni).

Dallo studio emerge che la principale causa di infortunio è il sovraccarico biomeccanico (in particolare durante l'effettuazione di operazioni di movimentazione manuale dei carichi); seguono cadute, inciampi, infortuni causati da intrappola-

menti tra/sotto oggetti e macchinari. Inoltre, l'analisi degli eventi infortunistici evidenzia che numerosi sono dovuti al non utilizzo di dispositivi di protezione individuale e che la regione del corpo più colpita risulta il rachide lombo-sacrale.

Come principale misura di prevenzione viene indicata la formazione dei lavoratori sui rischi specifici.

Nel 2005 Roberts e Marlow[21] pubblicano uno studio longitudinale sulla mortalità occupazionale tra i marinai delle navi mercantili. Complessivamente negli anni 1976-2002 sono stati considerati 835 decessi di cui 564 causati da infortunio, 55 suicidi, 17 omicidi, 14 avvelenamenti dovuti ad abuso di droghe/alcol mentre i restanti 185 dovuti a circostanze e dinamiche meno chiare. Tra le principali cause di morte per infortunio vi sono: l'annegamento/ipotermia, l'asfissia causata da operazioni effettuate nelle stive, la caduta (nelle stive, sulle navi o in mare) e l'asfissia per inalazione di fumo in incendi. Il tasso di incidenti mortali nel periodo in studio è stato calcolato pari a 49.6 per 100.000 marinai-anno ed è risultato confrontabile con quello di altri Paesi europei. Lo studio indica che le misure preventive principali devono essere orientate ad aumentare la cultura della sicurezza tra i lavoratori e, nell'ambito delle compagnie, a ridurre le operazioni a rischio e a effettuare periodicamente la valutazione dei rischi.

Nel 2010 Fabiano e collaboratori[22] studiano la relazione tra l'organizzazione del lavoro, l'esperienza lavorativa, la produttività e gli infortuni sul lavoro nel periodo 1980-2006, nell'ambito del porto di Genova. Gli autori hanno rilevato una significativa diminuzione della forza lavoro impiegata (da 5783 a 1000 lavoratori), un relativo aumento del numero di lavoratori giovani o inesperti (dal 28 al 74 %) e un conseguente aumento dell'indice infortunistico di frequenza da 13,0 x 100,000 ore-persona a 29,7 x 100,000 ore-persona. Per questo sottolineano che i lavoratori giovani e quelli inesperti vanno formati sui rischi specifici e affiancati sul campo da "lavoratori esperti". Suggestiscono inoltre di fornire procedure operative e idonei dispositivi per ridurre gli infortuni e la possibilità di errore. Dall'analisi degli infortuni emerge inoltre che i più frequenti sono le cadute dall'alto e gli schiacciamenti. Gli autori evidenziano inoltre un aumento degli incidenti dovuti al trasporto veicolare (+8,3 %) e una riduzione di quelli causati dalla movimentazione/trasporto di sostanze o materiali (-4,5 %).

Molti dei lavori prima riportati indicano la formazione tra le principali misure preventive per migliorare il livello di sicurezza nel lavoro portuale. L'importanza della formazione come misura preventiva è ben evidenziata anche nello studio di Robaina e collaboratori[23] che descrivono la struttura, il processo e l'impatto di un programma di miglioramento sul tema della salute e sicurezza in un gruppo di stivatori del Porto dell'Avana (Cuba). Obiettivo principale dello studio è ridurre il rischio di infortunio e migliorare le condizioni di sicurezza dei lavoratori, aumentando la capacità di individuare e conoscere i pericoli, migliorando i comportamenti sicuri. Il disegno dello studio ha previsto l'arruolamento di 185 stivatori cui è stato proposto un intervento formativo così articolato: discussione in aula sui temi della sicurezza in generale; analisi attraverso videoriprese di procedure scor-

rette, individuazione dei pericoli e soluzioni pratiche; fornitura di materiale informativo. È stato inoltre arruolato un secondo gruppo di 105 stivatori di un altro terminal, a cui l'intervento formativo non è stato somministrato. I risultati dello studio indicano che il tasso infortunistico nel gruppo sottoposto all'intervento è significativamente diminuito dopo il programma formativo rispetto al gruppo di controllo.

Per quanto riguarda il tema delle malattie professionali è stato reperito un solo studio del 2005 di Puntoni e collaboratori[24] (Tabella 2B). Si tratta di uno studio retrospettivo sull'incidenza di melanoma cutaneo maligno in un gruppo di 4993 addetti all'attività di carico/scarico per conto di due compagnie del porto di Genova. A parità di operazioni svolte, i lavoratori addetti a una compagnia eseguivano l'attività lavorativa principalmente all'esterno, esposti alla luce solare, mentre quelli impiegati nell'altra lavoravano principalmente al chiuso. La popolazione generale della città di Genova è stata utilizzata come riferimento (reference population). Dallo studio emerge che i lavoratori che operavano principalmente all'aperto avevano un rischio tre volte superiore di sviluppare melanoma rispetto all'altro gruppo, supportando l'ipotesi del ruolo causale dell'esposizione alla luce solare (radiazioni ultraviolette).

Quattro studi[25,26,27,28] affrontano il tema della valutazione dei rischi (Tabella 2C). In particolare, tre lavori propongono strumenti di valutazione(25,26,27). Ad esempio Trbojevic e Carr descrivono una metodologia per valutare in maniera qualitativa e quantitativa i rischi al fine di migliorare la sicurezza anche in ambito portuale. Lo strumento si compone di due fasi. La prima fase (obbligatoria) prevede l'identificazione dei pericoli e la valutazione qualitativa dei rischi, al fine di definire le misure preventive/protettive. La seconda fase (facoltativa) prevede un'analisi approfondita delle aree di lavoro in cui la valutazione preliminare ha individuato un rischio "alto". In particolare gli autori propongono un approccio per quantificare il livello di rischio e suggeriscono che questa metodologia dovrebbe integrare il sistema di gestione della sicurezza. Lo studio riporta esempi di analisi di incidenti o errori durante la navigazione nel porto.

Anche Gauthier e collaboratori[26] propongono uno strumento quantitativo. In particolare, lo studio parte dall'evidenza di come siano numerosi gli infortuni sul lavoro collegati alle operazioni di carico delle banchine effettuate utilizzando carrelli elevatori e come siano a oggi disponibili diverse misure di tipo tecnico, procedurale e organizzativo volte ad aumentare il livello di sicurezza dei lavoratori esposti. Gli autori propongono pertanto uno strumento che, attraverso la determinazione di un punteggio su una scala analogica da 0 a 4, consente di valutare il reale livello di sicurezza, in termini di applicabilità ed efficacia, offerto da tali misure e di individuare quali situazioni debbano essere oggetto di prioritario intervento.

Lo studio di Ronza e collaboratori[27] propone una metodologia per valutare in maniera sistematica le conseguenze economiche di un grave incidente in ambito portuale, tenendo in considerazione i seguenti possibili danni: alle persone (morte, infortunio, evacuazione), all'ambiente (atmosfera, acqua e suolo), alle cose

materiali (navi, magazzini, edifici, strade, eccetera) e alla perdita di profitto (salari, immagine ecc.).

Lo studio di Kuo-Chung Shang e Wen-Jui Tseng[28] rappresenta invece una vera e propria valutazione dei rischi delle operazioni di carico e scarico, condotta sia attraverso sopralluogo sul campo di 3 terminal di container del porto di Kaohsiung (Taiwan) sia attraverso la somministrazione di questionari ai direttori degli stessi terminal. In una classificazione a 3 livelli di rischio (basso, medio e alto), l'attività di carico e scarico è valutata a rischio medio. In particolare, le tre operazioni che sono risultate più pericolose, in termini di "gravità del danno", sono: quelle legate all'utilizzo delle gru, con possibile danno alla cabina di comando; al trasferimento di container direttamente sui rimorchi e al fatto che a seguito di un evento atmosferico (tifone) le compagnie non intraprendano azioni per prevenire le collisioni nel porto (ad esempio di navi o in banchina). I tre fattori maggiormente associati alla "frequenza del danno" sono: le navi in uscita dal porto, che generano un moto ondoso capace di determinare il sollevamento della prua delle altre navi o lo scorrimiento dei cavi di ancoraggio; container con carichi mal distribuiti, che generano l'impatto contro altri container e i parcheggiatori dei rimorchi che non mantengono la distanza di sicurezza dalle gru.

Cinque studi trattano il tema degli incidenti rilevanti[29,30,31,32,33] e sono sintetizzati in Tabella 2D.

L'articolo di Egidi e collaboratori[29] descrive il progetto "Analisi dei Rischi Industriali e Portuali dell'Area di Ravenna" (ARIPAR) e ha per obiettivo la valutazione quantitativa dei rischi connessi alla lavorazione, stoccaggio e trasporto delle sostanze pericolose nell'area industriale e portuale di Ravenna. Lo studio individua impianti (ad esempio petrolchimico, agricolo, industria chimica eccetera) e attività di trasporto di prodotti pericolosi (via mare e via terra) che possono essere fonte di gravi incidenti quali incendi, esplosioni e rilasci di sostanze tossiche. Assegna a ciascun evento una probabilità di accadimento, offrendo inoltre un'analisi delle possibili conseguenze. La metodologia proposta consente di definire le priorità di intervento in un'area complessa come quella studiata.

Rao e Raghavan[30] studiano i rischi connessi alle operazioni di movimentazione di prodotti chimici nei porti, identificando una serie di eventi rischiosi connessi alle operazioni in porto, in vari momenti quali ad esempio: attracco, trasferimento dei prodotti chimici da nave a banchina, stoccaggio nei capannoni e trasporto all'esterno delle zone portuali. Vengono analizzate le cause-conseguenze dei vari tipi di "incidenti" (esclusi i casi di intossicazione).

Anche lo studio descrittivo di Christou[31] ha per obiettivo l'identificazione dei potenziali rischi in attività di trasporto di sostanze pericolose in ambito ferroviario e portuale e parte dall'analisi storica degli incidenti relativi a queste attività utilizzando varie banche dati (MARS, Chemax, MHIDAS, FACTS, ARIA) e la letteratura scientifica. Su 617 incidenti accaduti tra il 1934 e il 1995 (in tutti i settori dei trasporti: ferroviario, marittimo, stradale), 338 si sono verificati nell'ambito dei porti (54%) provocando 2293 morti e 10158 feriti. Gli incidenti più frequenti sono rap-

presentati da incendi, esplosioni e rilasci di sostanze tossiche. Le principali cause sono riconducibili a: collisioni, incendi/esplosioni dei carichi, complicazioni durante operazioni di carico/scarico della merce, cedimenti strutturali di serbatoi e cisterne, rottura dei serbatoi per presenza di carichi corrosivi.

Ronza e collaboratori[32] analizzano 828 incidenti avvenuti in ambito portuale, selezionandoli dalla banca dati internazionale "Major hazard incident data service" (MHIDAS, 2003), aggiungendo quelli avvenuti nel porto di Barcellona e classificandoli in 4 gruppi principali (rilasci, incendi, esplosioni e nubi di gas). L'analisi ha permesso di costruire per ciascuna tipologia di incidente la sequenza di eventi attesi, calcolandone la probabilità relativa. Ad esempio il "rilascio" è risultato il più probabile degli eventi, che nella maggior parte dei casi ($8,33 \times 10^{-1}$) non porta ad altre conseguenze, oppure porta a incendi ($7,69 \times 10^{-2}$), formazione di nubi di gas ($5,98 \times 10^{-2}$) e con minor probabilità ($2,99 \times 10^{-2}$) a esplosioni.

Dall'analisi degli incidenti considerati emerge che il 34% degli stessi risultano correlati a operazioni di carico/scarico delle navi, seguiti dal 27 % di incidenti dovuti a errate manovre in porto. Nella maggior parte dei casi (40 %) gli incidenti avvengono in mare e solo nel 21 % dei casi a terra, mentre nel restante 39 % dei casi nell'interfaccia mare-terra, ovvero nel porto. Per quanto riguarda infine la tipologia di sostanze coinvolte negli incidenti, nel 62% dei casi si tratta di greggio o derivati.

Anche lo studio di Darbra e Casal[33] analizza un campione di 471 incidenti avvenuti tra l'inizio del XX secolo e ottobre 2002, utilizzando le informazioni tratte dalla banca dati MHIDAS (2002). I risultati indicano un significativo aumento nella frequenza di accadimento degli stessi nel tempo. Gli incidenti più frequenti sono: rilasci (51 %), incendi (29 %), esplosioni (17 %) e formazione di nubi di gas (3 %). Tra le principali cause di questi incidenti vi sono le operazioni di trasporto di navi, camion o treni e le operazioni di carico/scarico (14,9 %) non solo delle navi nei porti, ma anche nei magazzini/impianti industriali.

Sono stati infine inclusi due documenti italiani (Tabella 2E). Il primo, del 2003, è della Regione Veneto e tratta il problema della salute e sicurezza nelle operazioni di movimentazione e trasporto delle merci[13]. Per ciò che riguarda l'ambito portuale affronta i seguenti aspetti: potenziali rischi connessi a spazi chiusi della nave (incendio/esplosione, carenza di ossigeno, presenza di gas tossici, intrappolamento in materiali sfusi, cadute dall'alto, elettrocuzione, annegamento eccetera), rischio di esplosione di polveri (ad esempio: sostanze organiche naturali, sintetiche, carbone e metalli), impiego di gas tossici nella fumigazione dei container (ad esempio bromuro di metile, fosfina, acido cianidrico per container che trasportano granaglie, sfarinati eccetera). Propone liste di controllo per monitorare periodicamente i rischi in alcune fasi, quali ad esempio: movimentazione dei containers, delle merci a gancio, delle rinfuse polverulente minerarie e chimiche. In particolare, vengono indicate procedure per le operazioni di carico/scarico, ormeggio/disormeggio, ingresso in locali chiusi eccetera.

Il secondo documento è un saggio di Giurini e collaboratori[34] sullo studio della disciplina della sicurezza sul lavoro in ambito portuale. Riporta le interazioni sus-

sistenti tra il d.lgs. 81/2008 e la normativa specifica in materia di salute e sicurezza dei lavoratori portuali contenuta nel d.lgs. 272/1999. Individua i soggetti coinvolti nella sicurezza, i relativi compiti e le competenze; affronta le tematiche della valutazione dei rischi, tuttavia non tratta i rischi specifici nei porti.

2.3 Rischi connessi alla movimentazione di merci

I 21 articoli selezionati sull'argomento per la presente revisione trattano di situazioni rischiose derivanti dalla movimentazione di alcune particolari merci. Nei porti, infatti, transitano una grande varietà di merci, i rischi associati alle quali, per i lavoratori, non sono sempre facilmente identificabili e prevedibili. Oltre a prodotti chimici pericolosi, infatti, nei porti confluiscono una serie di merci che, pur non avendo una tossicità intrinseca e quindi non essendo classificate come pericolose, possono generare, in particolari condizioni, situazioni di pericolo per i lavoratori portuali addetti. Molte di queste situazioni comprendono incidenti dovuti ad atmosfere modificate che si creano in ambienti chiusi poco areati (ad esempio stive o containers) contenenti particolari merci; altre sono generate da trattamenti cui la merce viene sottoposta prima del trasporto (principalmente processi di fumigazione, ovvero di trattamento delle merci deperibili con gas pesticidi definiti fumiganti). Infine, vi è la possibilità di contatto e intossicazione del personale portuale con prodotti chimici tossici movimentati nei porti. I risultati di questa sezione sono riassunti in tabella 2.

Riguardo ai lavori concernenti la formazione di atmosfere modificate in ambienti confinati (Tabella 2A), il primo caso è riportato nel 1973 da Williams e collaboratori[35] e descrive un episodio di intossicazione di 17 scaricatori di porto entrati in una stiva per scaricare un carico di semi di cacao contenuti in serbatoi posti in fondo alla stiva stessa. Pochi minuti dopo aver iniziato le operazioni di scarico in stiva, i lavoratori avevano accusato sintomi quali nausea, dolore al petto, mal di testa, bruciore agli occhi, vertigini e debolezza. Nonostante non siano state effettuate misure ambientali e quindi le effettive condizioni di esposizione rimangono incerte, dagli elementi disponibili si è dedotto che i semi di cacao, probabilmente essiccati in modo incompleto, abbiano fermentato consumando ossigeno e producendo anidride carbonica (CO₂), etanolo e acido acetico che, accumulatisi in stiva, hanno causato i sintomi descritti. Occorre evidenziare che normalmente questo tipo di merce non è pericolosa e che l'incidente è stato causato da una serie di fattori concomitanti quali: eccessiva umidità residua dei semi, alte temperature raggiunte in stiva e mancanza di ventilazione normalmente attuata prima dell'entrata del personale.

Un altro caso è riportato in un lavoro giapponese del 1984[36] dove è descritta l'intossicazione da fosfina di 7 scaricatori impegnati nella rimozione di silicomanganese da una stiva. In questo caso gravi sintomi di intossicazione da fosfina (a carico di fegato, reni, tratto respiratorio e sistema nervoso centrale) sono comparsi

poche ore dopo l'entrata in stiva. Gli autori concludono che la fosfina si sia generata a causa dell'umidità presente nel carico che, per catalisi da parte del manganese, ha prodotto idrogeno, il quale ha reagito con le impurezze di fosforo presenti nella lega, formando fosfina.

Altri due gravi incidenti in spazi confinati di navi si sono verificati presso il porto di Venezia e sono stati descritti da Montagnani nel 2003[37]. Il primo dei due casi riguarda la morte per asfissia di un marinaio disceso sul fondo di una cisterna contenente residui di vino. Gli autori riportano che il soggetto ha perso i sensi ed è deceduto a causa di una grave carenza di ossigeno (O_2) ascrivibile alla fermentazione del vino con consumo di O_2 e produzione di CO_2 , aggravata dalla presenza dei vapori di alcol etilico presenti in cisterna. Il secondo caso riguarda l'intossicazione da arsina di due marinai scesi in una stiva contenente lingotti di zinco. Per i due soggetti, colti da malore subito dopo l'ingresso in stiva, è stata fatta una diagnosi di anemia emolitica da arsina, confermata da successiva analisi dei lingotti che erano risultati contenere una percentuale elevata di impurezze di arsenico. Gli autori sottolineano inoltre che già tre anni prima, nel porto di La Spezia, un carico di zinco della stessa provenienza aveva causato una intossicazione fatale e denunciano la mancanza di informazione del personale riguardo ai rischi degli ambienti confinati e alle misure di protezione da attuare per garantire l'incolumità durante il lavoro in questi spazi. Si evidenzia inoltre la mancanza di segnaletica per spazi confinati (questa, pur raccomandata dalle linee guida OSHA e NIOSH, non trova tuttora applicazione nella realtà italiana).

Più recentemente sono stati poi riportati due diversi incidenti in ambito portuale con intossicazione da monossido di carbonio (CO) ascrivibili a combustione di carburanti in carenza di O_2 . Il primo caso riguarda una intossicazione acuta da CO avvenuta a carico di personale portuale intento a effettuare operazioni di manutenzione ai serbatoi di una petroliera nel porto di Brest, in Francia[38]. I portuali, appena discesi nel serbatoio, hanno avvertito odore solfureo e mostrato sintomi di avvelenamento da CO. La diagnosi è stata confermata dalle analisi ambientali che hanno rivelato nell'aria del serbatoio livelli di CO pari a 500 ppm e di acido solfidrico (H_2S) pari a 2 ppm. Gli autori attribuiscono la formazione di CO alla procedura utilizzata per trattare i serbatoi che prevede, dopo lo svuotamento degli stessi, di bruciare i residui di carburante rimasti. Questo, in concomitanza con un sistema di ventilazione forzata non efficiente, può aver causato l'accumulo del gas tossico. Altro grave incidente dovuto a CO è avvenuto nel 2006 in un porto del Massachusetts (USA)[39] dove un portuale è morto durante la pulizia di una cisterna con una idropulitrice a motore e altre 12 persone, tra collaboratori e soccorritori, sono rimasti intossicati. L'incidente è stato imputato al fatto che il lavoratore, anziché seguire la normale procedura posizionando l'idropulitrice sul ponte esterno e raggiungendo con la manichetta flessibile la cisterna, ha portato l'idropulitrice in fondo alle scale, al coperto, davanti all'imboccatura della cisterna. Nel locale chiuso e poco ventilato il motore ha bruciato carburante in carenza di O_2 producendo CO che si è accumulato causando il decesso. Il NIOSH denuncia numerosi

altri casi, fin dagli anni '90, di intossicazioni da CO causati dall'uso di dispositivi a motore in ambienti chiusi e riporta una serie di raccomandazioni (riguardanti principalmente il posizionamento delle attrezzature a motore in spazi aperti e areati, l'affissione di segnalazioni di attenzione sulle entrate di ambienti confinati nonché sugli strumenti a motore e la misurazione dei livelli di O₂ e CO prima dell'accesso in spazi confinati) per prevenire simili incidenti.

In seguito a un incidente mortale avvenuto nel 2006 su una nave svedese che trasportava pellet, sono stati effettuati una serie di studi riguardanti le emissioni di gas tossici dai pellet e dal legname in generale, trasportato nelle stive delle navi. Svedberg e collaboratori nel 2008 hanno effettuato uno studio su 5 navi per caratterizzare e quantificare i gas prodotti durante lo stoccaggio di pellet in spazi confinati[40]. Durante il trasporto e prima dell'apertura dei containers sono stati misurati O₂, CO₂ e CO, idrocarburi e aldeidi, riscontrando livelli molto alti di CO (da 1460 a 14650 ppm) e grave carenza di O₂ (da 0,8 a 17 %), oltre ad aumento di CO₂, aldeidi e idrocarburi. Gli autori concludono che i pellet, trasportati in ambienti chiusi come le stive, consumano O₂ producendo CO per autossidazione degli acidi grassi costituenti il legno portando ad atmosfere letali e sottolineano che tali livelli letali di CO e O₂ sono presenti anche al di fuori delle stive, nelle zone attigue. Uno studio simile effettuato su tronchi[41], invece, indica che nel legname fresco la degradazione batterica prevale sui processi ossidativi con produzione prevalente di CO₂. Analizzando 41 carichi di tronchi e scaglie di legno gli autori hanno riscontrato in tutti un grave impoverimento di O₂ (livello medio 10 % con minimi di 0 %) e corrispondente aumento di CO₂ (livello medio 7 % rispetto a valori normali di 0,03 %) oltre a formazione di CO (livelli nell'intervallo 2-174 ppm, media 46 ppm) e idrocarburi (soprattutto monoterpeni, corrispondenti a circa 2 % LEL). In seguito, un gruppo di ricercatori canadesi ha effettuato una serie di studi sulle emissioni di gas tossici da pellet, chiarendo che l'emissione di CO, CO₂ e CH₄ in ambienti sigillati come le stive segue una cinetica di primo ordine (con concentrazioni che aumentano rapidamente all'inizio e raggiungono livelli stazionari in pochi giorni) e che la temperatura influenza drasticamente l'emissione[42]. È inoltre stato dimostrato che, in containers sigillati contenenti pellet, maggiore è lo spazio di testa e la concentrazione iniziale di O₂, maggiori sono le emissioni di gas tossici[43]. Infine nel 2010 è stato studiato un modello in grado di prevedere le concentrazioni di O₂, CO, CO₂ e CH₄ in navi trasportanti pellet, che è risultato in grado di prevedere il tempo e il flusso di ventilazione necessari per accedere in sicurezza nelle zone adiacenti alle stive[44].

Altro rischio nell'ambito del lavoro portuale, emerso già alla fine degli anni '70 in seguito a un incidente mortale, è stato quello dell'esposizione a fumiganti (Tabella 2B), largamente impiegati per trattare le merci trasportate via mare per impedire la diffusione dei parassiti e la degradazione delle merci stesse. Durante il primo viaggio con carico di grano fumigato con fosforo di alluminio, infatti, in seguito a un decesso e ad altri casi di intossicazione sulla nave erano state effettuate all'arrivo in porto analisi ambientali che avevano rilevato valori di fosfina fino a 30 ppm

sia sul ponte della nave che nelle zone attigue al carico. Era la prima volta che la nave trasportava un carico fumigato[45].

Letteratura più recente ha poi riportato casi di gravi intossicazioni da sostanze fumiganti in scaricatori di porto e ispettori incaricati dei controlli sulle merci in arrivo nei porti.

In un lavoro del 2003[46] gli autori, dopo analisi della documentazione di diversi porti olandesi, tedeschi e inglesi, denunciano il grave problema del mancato rispetto della legislazione che regola il trasporto delle merci fumigate (IMO, DSC/circ. 8, 24/7/2001[47] o delle irregolarità nella documentazione, tra cui i falsi certificati di degassificazione che sono stati causa di numerose gravi intossicazioni in alcune categorie di lavoratori portuali (in particolare scaricatori di porto e ispettori dell'autorità portuale). L'indagine compiuta dagli autori nel porto di Amburgo ha evidenziato che, su 27 carichi fumigati analizzati, nessuno era in regola con la documentazione (dichiarazioni di fumigazione assenti oppure false o incomplete), confermando il dato preoccupante.

Un gruppo di ricerca tedesco ha poi condotto altri due studi specifici sul porto di Amburgo. Il primo[48] riporta una sintesi dei dati disponibili riguardo alla misura di bromuro di metile (o bromometano) e altri fumiganti nei containers di porti di diversi Paesi, includendo le proprie misurazioni ambientali effettuate con tre diverse metodiche presso il porto di Amburgo. In questo studio sono risultati livelli di bromometano (o altri fumiganti tra cui fosfina) superiori ai valori TWA o MAC nel 5% dei containers, oltre a presenza di pesticidi e altre sostanze tossiche, in assenza di documentazione informativa o etichettatura. È stata inoltre evidenziata una situazione ancora problematica riguardo ai metodi di analisi dei fumiganti da impiegare nei controlli routinari nei porti, da cui emerge la necessità di nuove metodiche più sensibili e specifiche. Lo stesso gruppo ha poi condotto un secondo studio sui residui di fumiganti analizzando l'aria di 2113 containers arrivati al porto di Amburgo[49]. Nel 70% dei casi è stato trovato almeno uno dei sette maggiori fumiganti o altri composti tossici, quali benzene e formaldeide, con valori sopra i limite di esposizione raccomandati. I containers più contaminati sono risultati quelli provenienti dalla Cina, seguiti da Medioriente, Sudamerica, Nord America/Europa, India e Sud-est asiatico. Anche in questo caso gli autori evidenziano gravi irregolarità nella documentazione di trasporto, che si ripercuotono in un aumento del rischio di esposizione per i lavoratori.

Sempre riguardo alla problematica delle merci trattate con fumiganti, in una ricerca condotta su commissione delle autorità governative olandesi, sono stati misurati bromometano, formaldeide, fluoruro di solforile e fosfina in circa 300 containers di diversi porti olandesi. Dallo studio è emerso che più del 20% dei containers era contaminato con fumiganti e almeno nel 5% dei casi i livelli di contaminazione erano tali da generare un rischio per la salute di chi movimentava la merce in essi contenuta. Inoltre il 15% dei containers è risultato a rischio per insufficienza di O₂, rischio di esplosione o con valori di CO e/o CO₂ sopra il MAC. Anche in questo caso, inoltre, si evidenzia l'assenza di segnalazione di "pericolo" sui containers ispezionati[50].

In altri due recenti lavori di Preisser e collaboratori, poi, la problematica dei fumiganti è affrontata dal punto di vista delle intossicazioni lavorative. Gli autori hanno condotto uno studio su 26 lavoratori, tra cui numerosi portuali, per i quali hanno confermato, tramite valutazione dei sintomi e analisi di laboratorio, la diagnosi di intossicazione da fumiganti. Più del 70% dei casi di intossicazione erano avvenuti durante l'apertura di containers o lo scaricamento delle merci e nella maggior parte di questi casi il trattamento di fumigazione non era dichiarato nella documentazione di trasporto e non vi erano segnalazioni sul carico[51]. L'anno successivo lo stesso gruppo di ricerca ha descritto 6 casi di intossicazioni da fumiganti e analizzato il problema delle intossicazioni dovute alla fumigazione delle merci, identificando tra le principali sostanze utilizzate la fosfina, il bromometano, il dicloroetilene e il diclorometano[52]. Le intossicazioni (che si erano verificate in molteplici circostanze, in ambito lavorativo ed extralavorativo) in ambito portuale erano ascrivibili a operazioni di caricamento, scaricamento o di controllo di carichi di merci fumigate (grano, arachidi e farine).

Sono inoltre stati reperiti 4 articoli riguardanti l'esposizione a sostanze tossiche o potenzialmente pericolose per la sicurezza dei lavoratori in ambito portuale (Tabella 2C). Due case reports riferiscono di incidenti dovuti al danneggiamento del carico durante la navigazione. Il primo di questi riguarda la grave intossicazione di 8 marinai entrati in una stiva contenente bombole di arsina che erano state danneggiate a causa di urti durante una tempesta[53]. Nel secondo articolo troviamo la descrizione di un caso di intossicazione da organofosforici di 6 scaricatori di porto che stavano caricando merce nella stiva di una nave ove si trovavano già fusti di Vantal (insetticida organofosforico vietato in Italia, associazione di Dimetoato e DDT). Questi fusti, caricati nel porto precedente, si erano danneggiati durante la navigazione disperdendo parte del liquido nella stiva provocando l'intossicazione dei lavoratori[54].

Nel 1996 è stato poi condotto uno studio di valutazione dell'esposizione a Malathion dei lavoratori portuali che movimentano grano. Si sono monitorati con questionario 555 addetti ai nastri trasportatori dei silos del grano e 118 portuali addetti al caricamento del grano. Parallelamente, sono state eseguite misurazioni ambientali di Malathion in una nave carica di grano trattato, i cui risultati hanno mostrato concentrazioni molto basse o non rilevabili di insetticida nell'aria. Gli autori concludono che la maggior parte dei lavoratori esaminati (70% circa) erano esposti a insetticidi e che tale esposizione era maggiore negli addetti ai nastri trasportatori mentre era minore (bassa frequenza e dosi molto basse) negli scaricatori di porto[55].

Il lavoro di Marlair, infine, consiste in una revisione riguardante il rischio per la salute e la sicurezza derivante dallo stoccaggio di fertilizzanti a base di nitrato d'ammonio. L'articolo, pur non essendo specifico per l'ambito lavorativo portuale, evidenzia come le proprietà ossidanti dei fertilizzanti con alto contenuto di ammonio nitrato abbiano portato negli ultimi 50 anni a una lunga serie di gravi incidenti, tra cui esplosioni a bordo delle navi. Gli autori sottolineano che, sebbene i

moderni fertilizzanti conformi alle norme vigenti non siano considerati come materiale esplosivo di per sé, il rischio di detonazione accidentale in specifiche condizioni resta un problema reale, anche negli ambienti con stoccaggio di piccole quantità[56].

Tabella 1 - Revisione sul tema della salute e sicurezza nel lavoro portuale - Sintesi dei risultati

Tabella 1A)

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Porti/Luoghi esaminati	Soggetti coinvolti/Eventi studiati	End-point	Misure preventive individuate
Infortuni					
Halme (1992)[18]	Prevenzione degli infortuni nelle attività di stoccaggio delle stive delle navi	Porti finlandesi: 4 caratterizzati da un alto indice infortunistico 2 da un indice basso		Infortuni più frequenti: cadute, distorsioni e schiacciamenti di arti inferiori, mani o dita	Miglioramento del livello di sicurezza e riduzione di incidenti/ infortuni partendo dall'analisi degli stessi e migliorando le procedure delle operazioni correlate
Noweir e coll. (1993)[19]	Studio analitico dei registri infortuni nel periodo 1990/1991. Scopo dello studio è creare una banca dati degli infortuni e identificare i fattori di rischio principali	Grande porto marittimo degli Stati Arabi del Golfo	270 infortuni senza lesioni; 200 infortuni con lesioni	Principali luoghi di accadimento degli infortuni: in banchina (52%) e nelle aree di stoccaggio (28%). Tipi di infortuni: inciampii, urti (53%), cadute (28%). Principali attività: sollevamento e trasporto di attrezzature (31%), utilizzo di mezzi di trasporto (30%). Principale danno riportato: ferite (51%), distorsioni e fratture (19%)	Formazione/addestramento dei lavoratori. Supervisione. Manutenzione periodica di strutture, macchinari e ambiente di lavoro
Blasi e Ares (2003)[20]	Studio descrittivo che esamina l'andamento degli infortuni sul lavoro tra il 1995 e il 2002	Porto della baia di Cadice (Spagna)	Lavoratori portuali/stivatori del porto (da 221 lavoratori nel 1995 ad 86 nel 2002)	288 infortuni sul lavoro dal 1995 al 2002. Diminuzione dei tassi di inabilità al lavoro, incidenza e assenteismo. Principali cause: sovraccarico biomeccanico, cadute, inciampii, intrappolamenti. Non utilizzo dei dispositivi di protezione individuali. Regione del corpo più colpita: rachide lombo-sacrale	Formazione dei lavoratori sui rischi specifici
Roberts e Marlow (2005)[21]	Studio britannico longitudinale (1976-2002) sulla mortalità occupazionale tra i marinai delle navi mercantili		835 decessi; 564 per infortuno; 55 suicidi; 17 omicidi; 14 avvenimenti; 185 dovuti a dinamiche non chiare	Principali cause di morte per infortuno: annegamento / ipotermia, asfissia causata da operazioni effettuate nelle stive, caduta e asfissia per inalazione di fumo in incendi. Tasso di incidenti mortali nel periodo in studio: 49,6 per 100.000 marinai-anno	Aumentare la cultura della sicurezza tra i lavoratori e nell'ambito delle compagnie; ridurre le operazioni a rischio ed effettuare periodicamente la valutazione dei rischi

Fabiano e coll. (2010)[22] Studio della relazione tra l'organizzazione del lavoro, l'esperienza lavorativa, la produttività e gli infortuni sul lavoro nel periodo 1980-2006

Porto di Genova (Italia) Da 5783 a 1000 lavoratori (dal 1980 al 2006)

Nel periodo in studio aumentano i lavoratori giovani o con poca esperienza (dal 28% al 74%), e l'indice infortunistico di frequenza (da 13,0 a 29,7 x 100.000 ore-persona).
 Tipologia di infortuni più frequenti: cadute dall'alto e schiacciamenti

Affiancamento di "lavoratori esperti" a quelli giovani e inesperti e formazione sui rischi specifici.
 Fornire procedure operative e idonei dispositivi per ridurre gli infortuni e la possibilità di errore

Robaina e coll. (2010)[23] Descrizione di struttura, processo e impatto di un programma di miglioramento (intervento formativo) sul tema della salute e sicurezza

Porto dell'Avana (Cuba) 185 stivatori cui è stato proposto un intervento formativo e 105 stivatori cui non è stato proposto (gruppo di controllo)

Il tasso infortunistico nel gruppo sottoposto all'intervento è significativamente diminuito dopo il programma formativo rispetto al gruppo di controllo

Tabella 1B)

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Porti/Luoghi esaminati	Soggetti coinvolti/Eventi studiati	End-point	Misure preventive individuate
---------------	--------------------------------	------------------------	------------------------------------	-----------	-------------------------------

Malattie professionali

Puntoni e coll. (2005)[24] Studio retrospettivo sull'incidenza di melanoma cutaneo maligno in un gruppo di addetti all'attività di carico/scarico

Porto di Genova (Italia) 4993 addetti all'attività di carico/scarico (2286 lavorano all'aperto, 2707 al chiuso)

I lavoratori che operavano principalmente all'aperto avevano un rischio tre volte superiore di sviluppare melanoma rispetto all'altro gruppo

Tabella 1C)

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Porti/Luoghi esaminati	Soggetti coinvolti/Eventi studiati	End-point	Misure preventive individuate
---------------	--------------------------------	------------------------	------------------------------------	-----------	-------------------------------

Metodi di valutazione dei rischi

Trbojevic e Carr (2000)[25] Proposta di una metodologia per valutare sia qualitativamente che quantitativamente i rischi al fine di migliorare la sicurezza anche in ambito portuale

Propone la classica matrice "gravità delle conseguenze x probabilità di accadimento di un incidente"

Gauthier e coll. (2007)[26]	Proposta di uno strumento per valutare il livello di sicurezza (applicabilità ed efficacia) offerto da misure tecniche, procedurali e organizzative nelle operazioni di carico delle banchine effettuate utilizzando carrelli elevatori	Analizza i dati (costi economici) relativi a 1029 incidenti avvenuti in ambito portuale (tratti dal database MHIDAS, 2005)	Somministrazione di questionari ai direttori dei terminal	L'attività di carico e scarico è valutata a rischio medio.	Aggiornamento periodico della valutazione dei rischi e costante revisione di incidenti/infortuni.
Ronza e coll. (2009)[27]	Proposta di una metodologia quantitativa per valutare in maniera sistematica le conseguenze economiche di un grave incidente in ambito portuale	3 terminal di container. Porto di Kaohsiung (Taiwan)		Individuate 3 operazioni "più rischiose" in termini di "gravità del danno" e 3 operazioni "più rischiose" in termini di "frequenza del danno"	Definizione di procedure per le attività di carico e scarico e percorsi da seguire per i rimorchi. Formazione degli operatori. Periodica manutenzione di mezzi e attrezzature
K.C. Shang e W.J. Tseng (2010)[28]	Valutazione dei rischi delle operazioni di carico e scarico				

Tabella 1D)

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Porti/Luoghi esaminati	Soggetti coinvolti/Eventi studiati	End-point	Misure preventive individuate
Incidenti					
Egidi e coll. (1995)[29]	Valutazione quantitativa dei rischi connessi alla lavorazione, stoccaggio e trasporto delle sostanze pericolose nell'ambito del progetto "Analisi dei Rischi Industriali e Portuali dell'Area di Ravenna" (ARIPAR)	Area industriale e portuale di Ravenna (Italia)	Incidenti quali incendi, esplosioni e rilasci di sostanze tossiche	Assegna a ciascun evento una probabilità di accadimento, offrendo un'analisi delle possibili conseguenze	La metodologia proposta consente di definire le priorità di intervento
Rao e Raghavan (1996)[30]	Analisi degli eventi rischiosi connessi alla movimentazione di agenti chimici nei porti				Requisiti specifici per i magazzini di stoccaggio in base alla classificazione di pericolosità di merci pericolose, autocombustione di carbone/zolfo o esplosioni, ecc.)

<p>Christou (1999)[31]</p>	<p>Studio descrittivo che ha per obiettivo l'identificazione dei potenziali rischi in attività di trasporto di sostanze pericolose in ambito ferroviario e portuale</p>	<p>Arete Portuali</p>	<p>Su 617 incidenti accaduti dal 1934 al 1995 nel trasporto di merci, 338 si sono verificati nell'ambito dei porti (54%) causando 2293 morti e 10158 feriti</p>	<p>Incidenti più frequenti: incendi, esplosioni e rilasci di sostanze tossiche. Principali cause: collisioni, incendi/esplosioni dei carichi, complicazioni durante operazioni di carico/scarico della merce, cedimenti strutturali di serbatoi e cisterne o rottura per presenza di carichi corrosivi eccetera</p>	<p>Registrazione sistematica di tutti gli incidenti rilevanti e analisi periodica degli stessi</p>
<p>Ronza e coll. (2003)[32]</p>	<p>Analisi storica di un campione di oltre 800 incidenti avvenuti in ambito portuale e relativa classificazione in 4 gruppi principali (rilasci, incendi, esplosioni e nubi di gas)</p>	<p>Incidenti avvenuti in ambito portuale (tratti dal database MHIDAS, 2003) e incidenti nel porto di Barcellona (Spagna)</p>	<p>828 incidenti</p>	<p>Probabilità di accadimento degli incidenti e sequenza di eventi attesi: il "rilascio" è il più probabile degli eventi, che nella maggior parte dei casi non porta ad altre conseguenze, oppure porta a incendi, formazione di nubi di gas o esplosioni. Analisi degli incidenti: il 34% sono correlati a operazioni di carico/scarico di navi; il 27% sono dovuti a errate manovre in porto. Nel 40% dei casi gli incidenti avvengono in mare, nel 21% a terra, nel 39% in porto. La tipologia di sostanze coinvolte nel 62% degli incidenti è: greggio o petrolio o derivati</p>	
<p>Darba e Casal (2004)[33]</p>	<p>Analisi storica di un campione di circa 500 incidenti avvenuti tra l'inizio del XX secolo e ottobre 2002</p>	<p>Analizza gli incidenti avvenuti in ambito portuale (tratti dal database MHIDAS, 2002)</p>	<p>471 incidenti avvenuti nel periodo in studio</p>	<p>Incidenti più frequenti: rilasci (51%), incendi (29%), esplosioni (17%) e nubi di gas (3%). Principali cause: operazioni di trasporto di navi, camion o treni e operazioni di carico/scarico, stoccaggio di prodotti/merci</p>	<p>Migliorare la sicurezza delle operazioni nei porti, in particolare: manovre di navi e camion, operazioni di carico/scarico, stoccaggio di prodotti/merci</p>

Tabella 1E)

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Porti/Luoghi esaminati	Soggetti coinvolti/Eventi studiati	End-point	Misure preventive individuate
Altri aspetti					
Autori vari (Regione Veneto, 2003)[13]	Il documento tratta il problema della salute e sicurezza nelle operazioni di movimentazione e trasporto delle merci			Affronta i seguenti potenziali rischi connessi a spazi chiusi della nave: rischio di esplosione di polveri, impiego di gas tossici nella fumigazione	Propone liste di controllo per monitorare periodicamente i rischi in alcune fasi quali ad esempio: movimentazione dei containers, delle merci a gancio, delle rinfuse polverulente. Indica procedure per operazioni di carico/scarico, ormeggio /disormeggio, ingresso in locali chiusi eccetera
Giurini e coll. (2012)[34]	Saggio sullo studio della disciplina della sicurezza sul lavoro in ambito portuale			Riporta le interazioni tra il d.lgs. 81/2008 e il d.lgs. 272/1999 con particolare riferimento ai soggetti della sicurezza e relative competenze	

Tabella 2 - Revisione sul tema dei rischi connessi alla movimentazione di merci - Sintesi dei risultati

Tabella 2A)

Autore (anno)	Oggetto/Obiiettivo dello studio	Tipo di studio	Ambiente/porto esaminato (Paese)	Soggetti monitorati (mansione e/o numero)	End-point	Misure preventive individuate
Atmosfere modificate: CO₂, CO₂/Impoverimento di O₂						
Williams e coll. (1973)[35]	Analisi della potenziale pericolosità dei semi di cacao: descrizione di un incidente e 3 case reports illustrativi di sospetta intossicazione	Case report	Porto di Philadelphia (USA)	17 scaricatori di porto entrati in stiva per scaricare un carico di semi di cacao	Nella stiva i semi di cacao (in condizioni particolari di stoccaggio e in presenza di umidità) hanno fermentato con produzione di CO ₂ , etanolo, acido acetico	Ventilazione forzata
Kanesaki e Murai (1984)[36]	Descrizione di un caso di intossicazione da fosfina in stiva contenente silicomanganeso	Case report	Giappone	7 scaricatori addeiti alla rimozione di residui umidi di silicomanganeso metallico dalle stive		Evitare che il carico si bagni
Montagnani e coll. (2003)[37]	Descrizione di 2 incidenti mortali in stiva: carenza di O ₂ e intossicazione da arsina	Case report	Porto di Venezia (Italia)	1 addetto al travaso di vino da una cisterna 2 marinai scesi in stiva contenente lingotti di zinco		Formazione del personale. Uso di segnaletica per gli spazi confinati
Kuang e coll. (2008)[42]	Studio della cinetica di rilascio di gas tossici in ambienti sigillati contenenti pellet	Studio sperimentale	Containers in acciaio (Volume 45 L e 2 L)		Le concentrazioni dei gas in stive sigillate aumentano nel tempo, con cinetica di primo ordine. Il rilascio è fortemente aumentato dalle alte temperature.	
Svedberg e coll. (2008)[40]	Misura di gas tossici prodotti in navi con carichi di pellet	Studio sperimentale	Stive contenenti pellet e scale adiacenti. 5 navi nel porto di Helsingborg (Svezia)		Rilevati livelli molto alti di CO (1460-14650 ppm) e grave carenza di O ₂ (0.8-17%) oltre ad aumento di CO ₂ e aldeidi	Ventilazione e misura gas (indispensabile O ₂ e CO) con rilevatori portatili

Kuang e coll. (2009)[43]	Valutazione dell'influenza dello spazio di testa dei container contenenti pellet nell'emissione di gas tossici	Studio sperimentale	Containers in acciaio (Volume 45 L)	Il rapporto di spazio di testa/volume della merce è proporzionale alla produzione di gas (CO, CO ₂ , CH ₄) dai pellet. O ₂ e alte temperature favoriscono il processo	Sostituzione O ₂ dello spazio di testa delle stive con gas inerte. Ventilazione e misura gas con rilevatori portatili
Svedberg e coll. (2009)[41]	Valutazione dei livelli di O ₂ e gas tossici in navi che trasportano legname	Studio sperimentale	41 stive con carichi di tronchi o trucioli di legno in 10 navi (Svezia)	Rilevato grave impoverimento di O ₂ (livello medio 10 %) con produzione di CO ₂ (livello medio 7 %). Inoltre formazione di CO e idrocarburi	
Lucas e coll. (2010)[38]	Descrizione di un caso di intossicazione da CO	Case report	Petroliera. Porto di Brest (Francia)	8 addetti alla manutenzione serbatoi appena svuotati dal carburante	
NIOSH (2010)[39]	Descrizione di un caso di intossicazione da CO	Case report	Stiva di nave da pesca. Porto del Massachusetts (USA)	1 vittima: addetto alla pulizia del serbatoio con idropulitrice a benzina. 9 intossicati: collaboratori e soccorritori	Posizionamento dello strumento a benzina solo in luogo aperto (ponte esterno)
Pa e Bi (2010)[44]	Sviluppo di un modello per la previsione delle emissioni di gas tossici da pellet	Studio sperimentale	Stive contenenti pellet e scale adiacenti. Porto di Helsingborg (Svezia)	Modello in grado di predire l'emissione di CO, CO ₂ , CH ₄ e le concentrazioni di O ₂	Ventilazione forzata con ricambi aria > 4,4/h prima dell'entrata in stiva. Controllo gas con rilevatori portatili

Tabella 2B)

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Tipo di studio	Ambiente/porto esaminato (Paese)	Soggetti monitorati (mansione e/o numero)	End-point	Misure preventive individuate
Fumiganti						
Lucas e coll. (2010)[38]	Descrizione di un caso di intossicazione da CO	Case report	Petroliera. Porto di Brest (Francia)	8 addetti alla manutenzione serbatoi appena svuotati dal carburante		

Knol-de Vos (2002)[50]	Misura di pesticidi e gas tossici nelle merci alla rinfusa movimentate nei porti olandesi	Studio sperimentale	303 containers randomizzati in porti olandesi	Bromometano, formaldeide e fosfina trovati nel 21% dei containers. 15% dei containers a rischio per esplosione, insufficienza di ossigeno o con alti livelli di CO/CO ₂ .
Low e coll. (2003)[46]	Analisi, nei porti di diversi Paesi, della documentazione che regola il trasporto delle merci fumigate (IMO, DSC/circ. 8,24/7/2001)	Studio descrittivo	27 carichi fumigati nel porto di Amburgo (Germania) e analisi della documentazione di porti olandesi, inglesi e tedeschi	Miglioramento della documentazione. Esecuzione di misurazioni ambientali dei fumiganti
Baur e coll. (2006)[48]	Dimostrazione dei rischi per la salute dovuti all'uso di bromometano e altri fumiganti. Comparazione di tre metodi di analisi di bromometano in aria	Studio sperimentale	Analisi di containers nel porto di Amburgo (Germania)	Concentrazioni di bromometano e/o altri fumiganti sopra i rispettivi TLV-identificazione di metodi di TWA/MAC. Almeno nel 5% degli containers
Baur e coll. (2010)[49]	Valutazione della contaminazione da fumiganti e altre sostanze tossiche nei containers dei terminal portuali	Studio sperimentale	2113 containers nel Porto di Amburgo (Germania)	Nel 70% dei containers analizzati è stato trovato almeno uno dei sette maggiori fumiganti e/o tossici chimici con valori sopra il REL
Preisser e coll. (2011)[51]	Conferma della diagnosi di intossicazione da fumiganti e del rischio per la salute dovuto a esposizione a merci fumigate	Studio sperimentale	(Germania)	Pazienti con sospetta intossicazione da fumiganti (lavoratori portuali, doganieri, magazzinieri, commessi, utilizzatori finali)
Preisser e coll. (2012)[52]	Descrizione di 6 casi di intossicazione da fumiganti. Proposta di un protocollo diagnostico per l'identificazione dei sintomi dovuti a intossicazione da fumiganti	Studio sperimentale	Porto di Amburgo (Germania)	60 pazienti con sospetta intossicazione. Presentazione di 6 case reports di intossicazione da fumiganti
				Correttezza nell'etichettatura delle merci, aggiunta di traccianti odorosi ai fumiganti, analisi dell'aria, misure organizzative, ventilazione, alternative alla fumigazione

Tabella 2C

Autore (anno)	Oggetto/Obiettivo dello studio	Tipo di studio	Ambiente/porto esaminato (Paese)	Soggetti monitorati (mansione e/o numero)	End-point	Misure preventive individuate
Altri aspetti						
Wilkinson e coll. (1975)[53]	Descrizione di un incidente con intossicazione da arsina	Case report	Navigazione Europa USA-	8 marinai intossicati durante la discesa nella stiva contenente bombole di arsina	Intossicazioni dovute a fuga di arsina da una bombola danneggiata durante la tempesta.	Descrizione clinica dei sintomi
Biscaldi e coll. (1982)[54]	Descrizione di un caso di intossicazione da Vantol (insetticida organofosforico)	Case report	Italia	6 scaricatori di porto adibiti a caricare fusti in una stiva contaminata da Vantol		
Dimich-Ward e coll. (1996)[55]	Valutazione dell'esposizione a insetticidi (Malathion) di lavoratori del porto che movimentano grano	Studio sperimentale	Analisi ambientali su nave con carico fumigato. Vancouver (Canada)	555 addetti ai nastri trasportatori dei silos del grano e 118 lavoratori di banchina addetti al caricamento del grano	Il rischio di esposizione a pesticidi è risultato maggiore negli operatori dei silos. Le analisi ambientali hanno rilevato livelli bassi (0.02-0.05 mg/m3) o non determinabili di Malathion	
Marlair e Kordek (2005)[56]	Report sui problemi relativi a salute e sicurezza nello stoccaggio (anche su navi) di fertilizzanti a base di nitrato di ammonio	Studio descrittivo			Revisione della letteratura su: - pericolosità degli AN-fertilizzanti - revisione degli incidenti - analisi del quadro normativo	

2.4 Considerazioni generali

Se si escludono i lavori riguardanti le costruzioni navali, in letteratura sono disponibili pochi articoli che trattano argomenti inerenti la salute e la sicurezza nel lavoro portuale. Di questi, circa la metà tratta di argomenti generici di salute e/o sicurezza nel lavoro portuale (incidenti, infortuni, malattie professionali, metodi di valutazione dei rischi) e l'altra metà tratta di rischi più specifici strettamente connessi ad alcune merci movimentate.

Per quanto riguarda il tema della salute e sicurezza nei porti, gli articoli più rilevanti per gli scopi della presente revisione affrontano sostanzialmente le tematiche degli infortuni e degli incidenti rilevanti, mentre altri lavori affrontano il tema della valutazione dei rischi (fornendo valutazioni in alcune realtà portuali o semplicemente proponendo metodologie per la valutazione dei rischi).

Per quanto riguarda il tema degli infortuni sul lavoro, la maggior parte degli autori parte dall'analisi storica degli infortuni registrati nei periodi in studio, molto interessanti in quanto descrivono situazioni o incidenti avvenuti ma non previsti. Sono riportate quali cause principali: cadute (in particolare dall'alto), schiacciamenti (ad esempio di arti inferiori, mani o dita) e intrappolamenti (tra e/o sotto oggetti e macchinari). Tra le altre cause vengono riportati anche il sovraccarico biomeccanico (in particolare correlato a operazioni di movimentazione manuale dei carichi). Le attività alle quali è stato associato il maggior numero di infortuni sono risultate l'attività di carico e scarico (in banchina e nelle aree di stoccaggio), in particolare in relazione alle operazioni di sollevamento e trasporto e all'utilizzo dei mezzi di trasporto.

Riguardo agli infortuni più gravi, con esito fatale, tra le prime cause sono state identificate l'annegamento, l'asfissia causata da operazioni effettuate nelle stive, le cadute e l'asfissia dovuta a fumi di incendi.

Dagli studi che analizzano, attraverso la consultazione di banche dati internazionali, gli incidenti correlati a movimentazione di sostanze pericolose nei porti, emerge che gli eventi più probabili sono rappresentati da rilasci di sostanze, incendi, esplosioni e nubi di gas. In particolare, le operazioni di carico/scarico di navi e il trasferimento dei prodotti chimici in banchina e poi nei magazzini di stoccaggio sono indicate tra quelle più pericolose dalla maggior parte degli autori.

In linea generale, per quanto riguarda le misure preventive, la maggior parte di questi studi evidenzia il ruolo determinante della formazione, addestramento e supervisione dei lavoratori, con particolare riferimento alla forza lavoro più giovane e inesperta. Si evidenzia inoltre che molti degli infortuni rilevati sono dovuti al non utilizzo dei dispositivi di protezione individuale.

Per quanto riguarda i rischi connessi alle merci, la maggior parte di essi concerne prodotti che, pur non essendo tossici di per sé, in particolari condizioni possono generare situazioni rischiose per i lavoratori portuali che li movimentano. Molte di queste situazioni comprendono incidenti dovuti ad atmosfere modificate (impoverimento di O₂, alti livelli di CO, CO₂ o altri gas tossici) che si possono generare in ambienti chiusi poco areati che sono tipicamente presenti sulle navi e nei porti (ad

esempio stive o containers). Altri rischi cui i lavoratori portuali possono essere esposti sono dovuti a prodotti con cui alcune merci sono state trattate (principalmente fumiganti, ma anche insetticidi, solventi ecc.) e non sono sempre facilmente identificabili e prevedibili.

Infine, nell'ambiente portuale esiste l'eventualità di contatto e intossicazione del personale con i prodotti chimici tossici movimentati.

Dal presente lavoro di revisione emerge che gli eventi più gravi sono avvenuti all'interno di spazi confinati (o in prossimità di essi), per intossicazione da fumiganti, da CO o per asfissia dovuta a carenza di O₂. Nella maggior parte dei casi si identifica come importante componente che ha contribuito al verificarsi dell'incidente una mancanza di informazione sui rischi: da un lato mancanza di formazione del personale riguardo ai rischi degli ambienti confinati e alle misure di protezione da attuare per garantire l'incolumità durante il lavoro in questi spazi, dall'altro assenza di segnaletica di avvertenza sulle merci o nei locali confinati. A questo si aggiunge una generalizzata grave carenza riscontrata nella documentazione che accompagna le merci, che è stata molto spesso trovata inadeguata o addirittura assente.

In linea generale, poi, tutti gli autori concordano con l'identificare, tra le misure preventive più efficaci necessarie al fine di prevenire questo tipo di rischi, una efficiente ventilazione forzata dei locali e l'analisi della qualità dell'aria (con determinazione almeno di O₂, CO e CO₂) prima dell'ingresso del personale in stive o containers. Infine, l'intensificazione dei controlli sulle navi, in particolare rivolti alla conformità delle procedure operative di carico/scarico e alla conformità e completezza della documentazione che accompagna le merci, risulta una misura necessaria, soprattutto in presenza di merci trattate con sostanze tossiche.

3. Valutazione dei rischi

3.1 Definizione del sistema di classificazione delle merci

Al fine di valutare la potenziale pericolosità delle merci e i rischi connessi alla loro movimentazione nell'area portuale e data la grande varietà di tipologie di merci, è indispensabile poter identificare il prodotto trasportato alla rinfusa in maniera univoca; pertanto, in questa fase è stato necessario definire il sistema di classificazione selezionato per le merci e le motivazioni che hanno portato alla sua scelta. Tra tutte le classificazioni merceologiche più utilizzate a livello nazionale e internazionale per il commercio con l'estero, la nostra attenzione si è focalizzata sulle seguenti:

- **Sistema armonizzato (SA6 - Harmonised System HS6):** è la classificazione economica delle merci stabilita a livello mondiale dal Comitato di Cooperazione Doganale. È costituita da raggruppamenti di merci in oltre 5.000 posizioni a sei cifre.
- **Nomenclatura combinata (NC8):** costituisce un'ulteriore disaggregazione del Sistema armonizzato. È la classificazione economica delle merci adottata nelle rilevazioni del commercio estero dai paesi dell'Ue. È costituita da raggruppamenti di merci in circa 10.000 posizioni a otto cifre.
- La classificazione **CP-Ateco 2002** (in vigore fino al 2008) è definita a partire dalle voci della Nomenclatura combinata raggruppate sulla base della classificazione dei prodotti associata alle attività economiche. La classificazione delle attività economiche ufficialmente adottata dall'ISTAT è l'Ateco 2002 assimilabile, fino alla quarta cifra di dettaglio, alla classificazione ufficiale dell'Unione Europea NACE Rev.1.
- La **ATECO 2007** viene principalmente utilizzata per la classificazione delle attività economiche adattata alle statistiche del commercio con l'estero. Essa coincide fino alla quarta cifra di dettaglio sia con la NACE Rev.2 (valida a livello europeo) sia con la CPA2008 (Classificazione dei prodotti secondo l'attività economica) ed è in vigore dal 2009.

Poiché le classificazioni ATECO riguardano le attività economiche o la classificazione dei prodotti associati alle attività, abbiamo scelto di utilizzare **la nomenclatura combinata** e **il sistema armonizzato**, che permettono di classificare le merci

in base al livello di informazione posseduta riguardo la merce stessa. È infatti possibile individuare un primo codice a 2 cifre in base alla suddivisione in 99 capitoli (SH2) con descrizione generale. I livelli successivi sono organizzati in sottocapitoli (SH4) e nel sistema armonizzato (SH6) con codici rispettivamente a 4 e 6 cifre, fino ad arrivare alla nomenclatura combinata con circa 10.000 posizioni a 8 cifre.

Le Tabelle dei Capitoli (SH2), Sottocapitoli (SH4), Sistema armonizzato (SH6) e Nomenclatura combinata (NC8) sono tratte dal sito dell'ISTAT: http://www.coeweb.istat.it/dizionari/class_merci.htm.

È evidente che maggiore è il grado di precisione delle informazioni che riguardano la merce, maggiore sarà il livello di classificazione (cifre del codice) che si ottiene. Ad esempio, nello studio realizzato nel porto di Ravenna è stato inserito il codice secondo la descritta classificazione merceologica (nomenclatura combinata e sistema armonizzato).

Di seguito (Tabella 3) è riportata come esempio la classificazione delle rinfuse di alluminio secondo la nomenclatura combinata.

Tabella 3 - Esempio di classificazione combinata: rinfuse di alluminio

Capitolo SH2	Sottocapitolo SH4	Sistema armonizzato SH6	Nomenclatura NC8
			76012010 - Leghe di alluminio primario
	7601 - Alluminio greggio	760120 - Leghe di alluminio greggio	76012099 - Alluminio secondario, legato, in lingotti o allo stato liquido
	7602 - Cascami e avanzi di alluminio (...)		76020011 - Torniture, trucioli o riccioli, molature
	7603 - Polveri e pagliette di alluminio	760310 - Polveri di alluminio (a struttura non lamellare) (escl. pellet di alluminio)
76 - Alluminio		760320 - Polveri di alluminio a struttura lamellare; pagliette di alluminio

		761610 - Punte, chiodi, rampini, viti, bulloni...	
		761691 - Tele metalliche, griglie e reti, di fili di alluminio...	
	7616 - Lavori di alluminio, n.n.a.		76169910 - Lavori di getti di alluminio, n.n.a.
		76169990 - Lavori di alluminio, non ottenuti per getto, n.n.a.

3.2 Censimento delle merci

Preliminarmente alla valutazione del rischio, si è ritenuto opportuno effettuare il censimento completo delle merci solide alla rinfusa che sbarcano in ambito portuale.

Nella Tabella 4 è riportato, a titolo esemplificativo, l'elenco delle classi di merci alla rinfusa sbarcate nel Porto di Ravenna nel periodo 2009-2011.

Tabella 4 - Classi di merci alla rinfusa sbarcate nel Porto di Ravenna nel periodo 2009-2011

Classi di materiali	Esempi	Migliaia di Tonnellate 2009-2011	Navi 2009-2011
Metalli e minerali metallici	Alluminio, allumina, coils acciaio, ferro silicomanganesi, zinco	9.206	1.367
Cereali, altri semi, farine, bucce, mangimi, ecc.	Avena, crusca, grano, mais, orzo, piselli, farina di semi di girasole, semi di soia	9390	1.247
Materiali inerti	Argilla, caolino, ghiaia, sabbia	5.990	888
Altri	Cloruro di potassio, idrossido di magnesio	881	211
Fertilizzanti	Nitrato di ammonio	2478	551
Legno e derivati	Legno, carbone	1.404	79

Come si vede, nel porto di Ravenna sono sbarcati una molteplicità di prodotti, da quelli ritenuti maggiormente pericolosi (sostanze chimiche diverse, fertilizzanti), a metalli, materiali alimentari, fino a materiali considerati inerti (ghiaia, sabbia ecc.). Scendendo maggiormente nel dettaglio, nella Tabella 5 sono presentati analiticamente tutti i materiali sbarcati, suddivisi per nome, classificazione merci in base ai criteri stabiliti nel capitolo 3, i valori delle tonnellate sbarcate e il totale di navi transitate negli stessi periodi. Infine, nella stessa tabella è riportato anche un **indice di frequenza movimentazione merce**, che tiene conto sia della quantità (tonnellate) che del numero di navi, e che rappresenta una indicazione semi-quantitativa della portata di movimentazione delle merci nel porto di Ravenna, e quindi della probabilità che i lavoratori si esponano a un determinato pericolo. È stato ricavato moltiplicando i valori delle tonnellate di merci movimentate per il numero di navi transitate nel Porto di Ravenna.

Tabella 5 - Merci alla rinfusa sbarcate nel porto di Ravenna nel periodo 2009-2011, riportanti la classificazione e l'indice di frequenza

n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Classificazione Merci SH6/NC8	Totale Tonn. merci	Totale Navi	Indice di frequenza
1	Acido borico		2810	0	0	0
2	Allumina	Ossido di alluminio	2818	35.912	12	430.944
3	Alluminio	Alluminio e lavori di alluminio	76	49.396	14	691.544
4	Altri inerti		(*)	588.922	113	66.548.186
5	Argille		2508	2.207.345	205	452.505.725
6	Attapulgite	Minerale argilloso	25	3.008	1	3.008
7	Avena		1004	2.602	3	7.806
8	Barite	Solfato di bario naturale "baritina"	2511	0	0	0
9	Bauxite	Ossido di alluminio, escluso il corindone artificiale	281820	0	0	0
10	Bentonite	Argilla naturale	250810	6.444	3	19.332
11	Bucchette di soia		12	36.850	9	331.650
12	Caolino		250700	151.274	49	7.412.426
13	Carbonato di calcio		28365000	175.455	54	9.474.570
14	Carbonato di litio		283691	356	1	356
15	Carbonato di sodio		2836	0	0	0
16	Carbonato ferroso		2836	0	0	0
17	Carbone (di legno)	Carbone /petcoke	44	0	0	0
18	Carbone fossile (antracite)		2701	120.566	11	1.326.226
19	Cemento		68	104.137	24	2.499.288
20	Cemento alluminoso		68	0	0	0
21	Cemento e calce		68	0	0	0
22	Cereali		1008	1.652.102	276	455.980.152
23	Cippato di legno fuso	Legno in scaglie (come combustibile)	4401	8.550	2	17.100
24	Clinker	Clinker di cemento Portland	25231000	164.109	13	2.133.417
25	Cloruro di potassio		3101	89.418	23	2.056.614
26	Cloruro di sodio		2501	0	0	0
27	Coils acciaio	Lamiere, fogli	7219	8.355.285	1.067	8.915.089.095
28	Coke		2704	0	0	0
29	Coke di petrolio	Petcoke (coke di petrolio calcinato)	2704	1.093.516	45	49.208.220

Segue: **Tabella 5** - Merci alla rinfusa sbarcate nel porto di Ravenna nel periodo 2009-2011, riportanti la classificazione e l'indice di frequenza

n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Classificazione Merci SH6/NC8	Totale Tonn. merci	Totale Navi	Indice di frequenza
30	Concimi complessi		3105	17.051	5	85.255
31	Crusca		11	2.423	3	7.269
32	Derrate alimentari		21	0	0	0
33	Etibor 48 (pentaidrato borace)			2840	0	0
34	Farina di cereali		1102	0	0	0
35	Farina di colza		11	0	0	0
36	Farina di erba medica		11	87.277	40	3.491.080
37	Farina di pesce		030510	0	0	0
38	Farina di semi di colza		120890	5.181	2	10.362
39	Farina di semi di girasole		120890	525.137	95	49.888.015
40	Farina di semi di mais		120890	0	0	0
41	Farina di semi di soia		120810	2.654.542	200	530.908.400
42	Farina di semi oleosi		120890	0	0	0
43	Farina soia proteica		120810	1.885	2	3.770
44	Farine		11	0	0	0
45	Feldspati		25291000	1.982.793	113	224.055.609
46	Ferro cromo		7202	0	0	0
47	Ferro Manganese		7202	0	0	0
48	Ferro silicomanganese		720230	0	0	0
49	Ferrosi		7203	439.128	165	72.456.120
50	Ferrosilicio		7202	0	0	0
51	Fertilizzante AMIDAS	Concime complesso non pericoloso (NP) (Fertilizzante complesso ad alto titolo di Azoto)	31	20.435	5	102.175
52	Fertilizzante CAN 21	Nitrato di ammonio NP	3102	7.870	3	23.610
53	Fertilizzante CAN 24	Nitrato di ammonio NP	3102	33.377	6	200.262

Segue: **Tabella 5** - Merci alla rinfusa sbarcate nel porto di Ravenna nel periodo 2009-2011, riportanti la classificazione e l'indice di frequenza

n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Classificazione Merci SH6/NC8	Totale Tonn. merci	Totale Navi	Indice di frequenza
54	Fertilizzante CAN 26	Nitrato di ammonio NP	3102	478.623	106	50.734.038
55	Fertilizzante DAP 18 46	Idrogenoortofosfato di diammonio (NP)	3105	0	0	0
56	Fertilizzante NA 33,5	Nitrato di ammonio UN 2067	3102	8.519	4	34.077
57	Fertilizzante NA 34,2	Nitrato di ammonio UN 2067	3102	10.926	5	54.628
58	Fertilizzante Nitrato di calcio	Acido nitrico, sale di ammonio e calcio	3102	18.838	3	56.513
59	Fertilizzante NP 14-25	Nitrato di ammonio NP	3102	300	1	300
60	Fertilizzante NP 16-20	Nitrato di ammonio NP	3102	23.314	10	233.140
61	Fertilizzante NP 20-10	Nitrato di ammonio NP	3102	77.841	30	2.335.215
62	Fertilizzante NP 20-20	Nitrato di ammonio NP	3102	5.200	5	25.998
63	Fertilizzante NP 25-10	Nitrato di ammonio NP	3102	11.359	9	102.232
64	Fertilizzante NPK 11-10-15	Nitrato di ammonio NP	3102	3.069	1	3.069
65	Fertilizzante NPK 11-15-15	Nitrato di ammonio NP	3102	15.621	7	109.346
66	Fertilizzante NPK 11-22-16	Nitrato di ammonio NP	3102	12.580	6	75.480
67	Fertilizzante NPK 12-11-18	Nitrato di ammonio NP	3102	2.703	3	8.108
68	Fertilizzante NPK 12-12-12	Nitrato di ammonio NP	3102	14.820	7	103.740
69	Fertilizzante NPK 12-12-17	Nitrato di ammonio NP	3102	21.022	13	273.281
70	Fertilizzante NPK 12-6-18	Nitrato di ammonio NP	3102	500	1	500
71	Fertilizzante NPK 15-15-15	Nitrato di ammonio NP	3102	28.200	7	197.400
72	Fertilizzante NPK 20-10-10	Nitrato di ammonio NP	3102	32.432	15	486.486
73	Fertilizzante NPK 9-14-21	Nitrato di ammonio NP	3102	100	1	100

Segue: **Tabella 5** - Merci alla rinfusa sbarcate nel porto di Ravenna nel periodo 2009-2011, riportanti la classificazione e l'indice di frequenza

n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Classificazione Merci SH6/NC8	Totale Tonn. merci	Totale Navi	Indice di frequenza
74	Fertilizzante TROPICOTE	Nitrato di calcio NP	31	21.950	4	87.800
75	Fertilizzanti	Concimi	31	151.398	40	6.055.920
76	Fibra isolante per alte temperature		6806	0	0	0
77	Fosfato		2835	80.577	15	1.208.655
78	Fosfato diammonico (DAP)		310530	155.901	30	4.677.016
79	Fosfato monoammonico (MAP)		310540	82.643	14	1.157.002
80	Fosfato naturale		2835	0	0	0
81	Fosforite	Concimi minerali naturali	31	71.849	11	790.339
82	Frumento (vedi Grano)			0	0	0
83	Ghiaia		251710	6.470	2	12.940
84	Ghiaia 16:32		251711	35.036	57	1.997.052
85	Ghiaia 4:8		251712	0	0	0
86	Ghiaia 8:16		251713	102.004	57	5.814.228
87	Granaglie		10	0	0	0
88	Grano		1001	2.071.538	318	658.749.084
89	Granturco (vedi mais)	Mais	1005	0	0	0
90	Gusci (PKS)	Carbone di gusci di noci di palma	4402	134.342	5	671.710
91	Idrossido di magnesio (brucite)		2519	2.989	1	2.989
92	Loppa	Scoria d'altoforno	2619	52.970	5	264.850
93	Magnesite (carbonato di magnesio)		251910	0	0	0
94	Mais/granturco		1005	71.203	19	1.352.857
95	Mangimi (Indian soybean meal, Brazilian extracted soybean meal in bulk, Argentine extrac. Toast. solvent soybean meal, Russian sunflower seed meal pellet, Soybean meal Hipro)		(*)	422.099	3	1.266.297

Segue: **Tabella 5** - Merci alla rinfusa sbarcate nel porto di Ravenna nel periodo 2009-2011, riportanti la classificazione e l'indice di frequenza

n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Classificazione Merci SH6/NC8	Totale Tonn. merci	Totale Navi	Indice di frequenza
96	Minerali Fe (escluse piriti)		2601	0	0	0
97	Minerali/cascami non ferrosi		26	0	0	0
98	Nefelina		252930	11.905	6	71.430
99	Nitrato ammonico		3102	87.176	14	1.220.464
100	Nitrato ammonico < 28%		3102	0	0	0
101	Nitrato di calcio		3102	8.254	1	8.254
102	Nitrato di potassio		283431	12.039	3	36.117
103	Nitrato di sodio		3102	314	1	314
104	Orzo		1003	29.189	6	175.134
105	Pellet di legno		4401	4.494	1	4.494
106	Perfosfato semplice	Fertilizzante (corrisponde ad un tenore NPK 0-20-0)	3102	22.084	5	110.420
107	Perfosfato triplo	Fertilizzante (corrisponde ad un tenore NPK 0-46-0)	3102	21.147	7	148.029
108	Piselli		7	81.126	15	1.216.890
109	Polpa di barbabietola (sfarinato) (Russian unmolassed sugar beet pulp pellet in bulk)		7	106.367	13	1.382.771
110	Pro-slag (scorie di silicato di calcio)		(*)	0	0	0
111	PVC	Polimeri di cloruro di vinile	3904	0	0	0
112	Riso		1006	0	0	0
113	Risone		100610	6.499	7	45.493
114	Sabbia		2505	93.187	57	5.311.659
115	Sale		25	494.747	105	51.948.435
116	Semi di colza		1205	18.279	5	91.395
117	Semi di cotone		1207	65.164	21	1.368.444
118	Semi di girasole		1206	277.740	79	21.941.460
119	Semi di lino		12	6.146	2	12.292
120	Semi di soia		120799	1.236.367	125	154.545.875
121	Siderurgico		(*)	273.642	104	28.458.768

Segue: **Tabella 5** - Merci alla rinfusa sbarcate nel porto di Ravenna nel periodo 2009-2011, riportanti la classificazione e l'indice di frequenza

n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Classificazione Merci SH6/NC8	Totale Tonn. merci	Totale Navi	Indice di frequenza
122	Silicato di alluminio idrato	Pirofillite	2839	0	0	0
123	Silicomanganeso		7202	0	0	0
124	Solfato ammonico		3102	32.659	7	228.613
125	Solfato di potassio		3104	57.624	15	864.363
126	Solfato di sodio		283311	200	1	200
127	Sorgo		1007	30.344	4	121.376
128	Spodumene	Silicato (LiAlSi ₂ O ₆)	28	16.683	5	83.415
129	Stabilizzato		(*)	511.716	179	91.597.164
130	Stearina di palma	Trigliceride	(*)	0	0	0
131	Tronchi e segati		44	42.803	15	642.045
132	Tutti i silicati (Nesosilicati, Sorosilicati, Ciclosilicati, Inosilicati, Fillosilicati, Tetrasilicati)		28	2.000	2	4.000
133	Urea		310210	917.713	153	140.410.089
134	Wollastonite	Metasilicato di calcio	2839	2.687	2	5.374
135	Zinco		79	0	0	1.246
136	Zolfo		2503	27.725	4	110.900

Note:

(*) Per alcune merci la classificazione non è stata possibile in quanto le informazioni ricevute sono insufficienti.

(**) Per alcune tipologie di merci la scheda di sicurezza non è obbligatoria. In alcuni casi, viene fornita una scheda tecnica o informativa.

Per avere una suddivisione di questi dati in classi, i valori di indice così ottenuti sono stati ordinati in ordine decrescente. I dati che risultavano maggiori di zero erano relativi a 97 tipologie di merci, che sono stati suddivisi in quattro quartili (da 1 a 4, di cui ognuno racchiudeva 24 o 25 tipologie di merci in ordine decrescente, la cui numerazione è indicata da n1, mentre n0 rappresenta il numero relativo all'ordine alfabetico): al primo quartile (cioè quello con valori più elevati) è stato assegnato un indice di frequenza di movimentazione merce pari a 1, al secondo un indice pari a 2, al terzo un indice pari a 3, fino a 4, che indica le merci con una minor frequenza di movimentazione (con valori comunque maggiori di zero).

Per le merci il cui indice è uguale a zero (per il periodo indicato) è stato introdotto l'indice pari a 5, poiché, pur non essendo state movimentate nel triennio indicato, sono comunque merci presenti nell'elenco fornito dalle aziende terminaliste. Si è quindi deciso di valutarle in quanto, in alcuni casi, si tratta di materiali la cui pericolosità intrinseca è talmente elevata da far assumere al rischio grande valore nonostante la bassa frequenza d'uso. Un esempio riguarda il silicomanganese o il ferrosilicio, per i quali si può presentare il rischio di emissione di gas altamente tossici anche a basse concentrazioni (arsina e fosfina) con conseguenze gravi o mortali per i lavoratori.

È quindi fondamentale avere a disposizione le necessarie informazioni sulla loro pericolosità e sulle conseguenti misure di prevenzione e protezione da attuare in caso di movimentazione.

Nella Tabella 6 sono riportate le merci con le informazioni descritte.

Tabella 6 - Merci movimentate nel Porto di Ravenna ordinate per indice di frequenza in quartili

n°	n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Indice di frequenza	Quartile
1	27	Coils acciaio	Lamiere, fogli	8.915.089.095	1
2	88	Grano		658.749.084	1
3	41	Farina di semi di soia		530.908.400	1
4	22	Cereali		455.980.152	1
5	5	Argille		452.505.725	1
6	45	Feldspati		224.055.609	1
7	120	Semi di soia		154.545.875	1
8	133	Urea		140.410.089	1
9	129	Stabilizzato		91.597.164	1
10	49	Ferrosi		72.456.120	1
11	4	Altri inerti		66.548.186	1
12	115	Sale		51.948.435	1
13	54	Fertilizzante CAN 26	Nitrato di ammonio NP	50.734.038	1
14	39	Farina di semi di girasole		49.888.015	1
15	29	Coke di petrolio	Petcoke (coke di petrolio calcinato)	49.208.220	1
16	121	Siderurgico		28.458.768	1
17	118	Semi di girasole		21.941.460	1
18	13	Carbonato di calcio		9.474.570	1
19	12	Caolino		7.412.426	1
20	75	Fertilizzanti	Concimi	6.055.920	1
21	86	Ghiaia 8:16		5.814.228	1
22	114	Sabbia		5.311.659	1
23	78	Fosfato diammonico (DAP)		4.677.016	1
24	36	Farina di erba medica		3.491.080	1
25	19	Cemento		2.499.288	2
26	61	Fertilizzante NP 20-10	Nitrato di ammonio NP	2.335.215	2
27	24	Clinker	Clinker di Cemento Portland	2.133.417	2
28	25	Cloruro di potassio		2.056.614	2
29	84	Ghiaia 16:32		1.997.052	2
30	109	Polpa di barbabietola (sfarinato) (Russian unmolassed sugar beet pulp pellet in bulk)		1.382.771	2
31	117	Semi di cotone		1.368.444	2

Segue: **Tabella 6** - Merci movimentate nel Porto di Ravenna ordinate per indice di frequenza in quartili

n°	n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Indice di frequenza	Quartile
32	94	Mais/granturco		1.352.857	2
33	18	Carbone fossile (antracite)		1.326.226	2
34	95	Mangimi (Indian soybean meal, Brazilian extracted soybean meal in bulk, Argentine extrac. Toast.solvent soybean meal, Russian sunflower seed meal pellet, Soybean meal Hipro)		1.266.297	2
35	99	Nitrato ammonico		1.220.464	2
36	108	Piselli		1.216.890	2
37	77	Fosfato		1.208.655	2
38	79	Fosfato monoammonico (MAP)		1.157.002	2
39	125	Solfato di potassio		864.363	2
40	81	Fosforite	Concimi minerali naturali	790.339	2
41	3	Alluminio	Alluminio e lavori di alluminio	691.544	2
42	90	Gusci (PKS)	Carbone di gusci di noci di palma	671.710	2
43	131	Tronchi e segati		642.045	2
44	72	Fertilizzante NPK 20-10-10	Nitrato di ammonio NP	486.486	2
45	2	Allumina	Ossido di alluminio	430.944	2
46	11	Bucchette di soia		331.650	2
47	69	Fertilizzante NPK 12-12-17	Nitrato di ammonio NP	273.281	2
48	92	Loppa	Scoria d'altoforno	264.850	2
49	60	Fertilizzante NP 16-20	Nitrato di ammonio NP	233.140	3
50	124	Solfato ammonico		228.613	3
51	53	Fertilizzante CAN 24	Nitrato di ammonio NP	200.262	3
52	71	Fertilizzante NPK 15-15-15	Nitrato di ammonio NP	197.400	3
53	104	Orzo		175.134	3
54	107	Perfosfato triplo	Fertilizzante (corrisponde a un tenore NPK 0-46-0)	148.029	3
55	127	Sorgo		121.376	3
56	136	Zolfo		110.900	3
57	106	Perfosfato semplice	Fertilizzante (corrisponde a un tenore NPK 0-20-0)	110.420	3
58	65	Fertilizzante NPK 11-15-15	Nitrato di ammonio NP	109.346	3
59	68	Fertilizzante NPK 12-12-12	Nitrato di ammonio NP	103.740	3

Segue: **Tabella 6** - Merci movimentate nel Porto di Ravenna ordinate per indice di frequenza in quartili

n°	n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Indice di frequenza	Quartile
60	63	Fertilizzante NP 25-10	Nitrato di ammonio NP	102.232	3
61	51	Fertilizzante AMIDAS	Concime complesso non pericoloso (NP) (Fertilizzante complesso ad alto titolo di Azoto)	102.175	3
62	116	Semi di colza		91.395	3
63	74	Fertilizzante TROPICOTE	Nitrato di calcio NP	87.800	3
64	30	Concimi complessi		85.255	3
65	128	Spodumene	Silicato (LiAlSi ₂ O ₆)	83.415	3
66	66	Fertilizzante NPK 11-22-16	Nitrato di ammonio NP	75.480	3
67	98	Nefelina		71.430	3
68	58	Fertilizzante Nitrato di calcio	Acido nitrico, sale di ammonio e calcio	56.513	3
69	57	Fertilizzante NA 34,2	Nitrato di ammonio UN 2067	54.628	3
70	113	Risone		45.493	3
71	102	Nitrato di potassio		36.117	3
72	56	Fertilizzante NA 33,5	Nitrato di ammonio UN 2067	34.077	3
73	62	Fertilizzante NP 20-20	Nitrato di ammonio NP	25.998	4
74	52	Fertilizzante CAN 21	Nitrato di ammonio NP	23.610	4
75	10	Bentonite	Argilla naturale	19.332	4
76	23	Cippato di legno fuso	Legno in scaglie (come combustibile)	17.100	4
77	83	Ghiaia		12.940	4
78	119	Semi di lino		12.292	4
79	38	Farina di semi di colza		10.362	4
80	101	Nitrato di calcio		8.254	4
81	67	Fertilizzante NPK 12-11-18	Nitrato di ammonio NP	8.108	4
82	7	Avena		7.806	4
83	31	Crusca		7.269	4
84	134	Wollastonite	Metasilicato di calcio	5.374	4
85	105	Pellet di legno		4.494	4
86	132	Tutti i silicati (Nesosilicati, Sorosilicati, Ciclosilicati, Inosilicati, Fillosilicati, Tettosilicati)		4.000	4
87	43	Farina soia proteica		3.770	4

Segue: **Tabella 6** - Merci movimentate nel Porto di Ravenna ordinate per indice di frequenza in quartili

n°	n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Indice di frequenza	Quartile
88	64	Fertilizzante NPK 11-10-15	Nitrato di ammonio NP	3.069	4
89	6	Attapulgite	Minerale argilloso	3.008	4
90	91	Idrossido di magnesio (brucite)		2.989	4
91	135	Zinco		1.246	4
92	70	Fertilizzante NPK 12-6-18	Nitrato di ammonio NP	500	4
93	14	Carbonato di litio		356	4
94	103	Nitrato di sodio		314	4
95	59	Fertilizzante NP 14-25	Nitrato di ammonio NP	300	4
96	126	Solfato di sodio		200	4
97	73	Fertilizzante NPK 9-14-21	Nitrato di ammonio NP	100	4
98	1	Acido borico		0	5
99	8	Barite	Solfato di bario naturale "baritina"	0	5
100	9	PVC	Polimeri di cloruro di vinile	0	5
101	15	Bauxite	Ossido di alluminio, escluso il corindone artificiale	0	5
102	16	Carbonato di sodio		0	5
103	17	Carbonato ferroso		0	5
104	20	Carbone (di legno)	Carbone / petcoke	0	5
105	21	Cemento alluminoso		0	5
106	26	Cemento e calce		0	5
107	28	Cloruro di sodio		0	5
108	32	Coke		0	5
109	33	Derrate alimentari		0	5
110	34	Etibor 48 (pentaidrato borace)		0	5
111	35	Farina di cereali		0	5
112	37	Farina di colza		0	5
113	40	Farina di pesce		0	5
114	42	Farina di semi di mais		0	5
115	44	Farina di semi oleosi		0	5
116	46	Farine		0	5
117	47	Ferro cromo		0	5
118	48	Ferro Manganese		0	5
119	50	Ferro silicomanganeso		0	5

Segue: **Tabella 6** - Merci movimentate nel Porto di Ravenna ordinate per indice di frequenza in quartili

n°	n°	Nome materiale	Sinonimi per classificazione	Indice di frequenza	Quartile
120	55	Ferrosilicio		0	5
121	76	Fertilizzante DAP 18 46	Idrogenoortofosfato di diammonio (NP)	0	5
122	80	Fibra isolante per alte temperature		0	5
123	82	Fosfato naturale		0	5
124	85	Frumento (vedi Grano)		0	5
125	87	Ghiaia 4:8		0	5
126	89	Granaglie		0	5
127	93	Granturco (vedi mais)	Mais	0	5
128	96	Magnesite (carbonato di magnesio)		0	5
129	97	Minerali/cascami non ferrosi		0	5
130	100	Minerali Fe (escluse piriti)		0	5
131	110	Nitrato ammonico < 28%		0	5
132	111	Pro-slag (scorie di silicato di calcio)		0	5
133	112	Riso		0	5
134	122	Silicato di alluminio idrato	Pirofillite	0	5
135	123	Silico manganese		0	5
136	130	Stearina di palma	Trigliceride	0	5

Contestualmente alla identificazione delle merci sbarcate, per una caratterizzazione delle stesse, è stata effettuata anche la raccolta e sistematizzazione delle schede di sicurezza (SdS) e delle schede informative fornite dalle ditte sulla base degli elenchi merceologici forniti, al fine di individuare quelle merci in grado di produrre potenziali rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Questa è un'attività molto importante: com'è noto, non tutte le merci elencate hanno l'obbligo di avere una scheda di sicurezza, se non sono classificate pericolose in base alla normativa vigente. Pur tuttavia è stato necessario reperire informazioni il più dettagliate possibile sulla natura, sul comportamento di tutte le merci al variare delle condizioni climatiche, di trasporto ecc., in quanto, pur non avendo una classificazione di pericolosità, potevano presentare rischi di natura chimica. Inoltre, anche per le merci classificate pericolose si è presentata la criticità del reperimento della relativa scheda di sicurezza, nonché del suo aggiornamento in base alla normativa vigente.

4. Creazione della matrice merci-rischi e discussione dei risultati

4.1 Matrice merci-rischi

Di ogni merce presente nella base dei dati ottenuti dal censimento, è stata riportata la potenziale rischiosità, focalizzando l'attenzione sulle merci stivate suscettibili di emettere gas tossici o di causare impoverimento del contenuto di ossigeno, di creare rischi per la sicurezza (infiammabilità ed esplosività), prendendo in esame le relative condizioni di trasporto, stoccaggio e manipolazione che potessero intervenire in qualche modo durante tutta la filiera del trasporto della merce stessa. L'analisi è stata effettuata per tutte le merci, anche in assenza di tossicità intrinseca del materiale in esame, analizzando le quantità e le frequenze di uso e i meccanismi con cui si generano le suddette condizioni di rischio.

Pertanto, per ogni merce presente nella base dei dati ottenuti dal censimento, è stata creata una **matrice merci-rischi**, in cui sono state riportate le informazioni disponibili sui possibili rischi e i relativi meccanismi di azione tossica, considerando le condizioni di trasporto, stoccaggio e manipolazione che possono generare situazioni di rischio per la salute e per la sicurezza, le quantità e le frequenze di uso. Sono state inoltre riportate indicazioni utili di prevenzione e protezione per ridurre o eliminare i rischi suddetti.

Per quanto riguarda i rischi per la salute, sono state valutate le merci e le situazioni che, negli ambienti chiusi o confinati (in particolare le stive), possono determinare impoverimento di ossigeno (O_2), emissione di monossido di carbonio (CO) e biossido di carbonio (CO_2), di gas tossici come, ad esempio, fosfina (PH_3), arsina (AsH_3) e acido solfidrico (H_2S). Per quanto riguarda la sicurezza, sono stati analizzati i rischi di emissione di gas infiammabili quali metano (CH_4), idrogeno (H_2), esano o altre sostanze infiammabili o la possibilità che le merci diano luogo a combustione, incendio o esplosioni.

Dopo l'individuazione dei rischi derivanti dalla manipolazione delle merci, il passo successivo è stato quello di fornire indicazioni inerenti le misure preventive e protettive più idonee da attuare, in relazione ai rischi specifici evidenziati. A tal fine, è stata valutata l'applicabilità delle indicazioni di prevenzione e protezione contenute nelle disposizioni normative già vigenti (vedi n. 10 e 11 dell'elenco successivo). In particolare, nella matrice merci-rischi (Tabella 7) sono state riportate le seguenti informazioni:

1. **Merce:** nome che identifica la tipologia delle merci solide alla rinfusa, elencate in ordine alfabetico, movimentate nel porto di Ravenna nel triennio 2009-2011;
2. **Gruppo:** riporta, quando disponibile, l'assegnazione del gruppo di pericolo secondo il codice IMSBC (Codice per il trasporto dei carichi solidi alla rinfusa), adottato dall'Organizzazione internazionale marittima (IMO) con la risoluzione MSC 268(85) del 4/12/2008[57], come da D. D. 1340/2010[58];
3. **Gruppo attribuito:** gruppo di pericolo assegnato dopo valutazione tecnico-scientifica sulla base delle informazioni reperite e delle ricerche svolte. Ad esempio, molte merci che non hanno un gruppo assegnato (granaglie, farine, semi, segati ecc.) ma causano impoverimento di ossigeno sono state considerate come se fossero in gruppo B (vedi sezione 3 Resolution MSC.268/85,[57] e appendice 7 del D.D. 1077/07[59]);
4. **Impoverimento di ossigeno:** indica se la merce e/o le condizioni di movimentazione e stoccaggio possono causare, nell'atmosfera di lavoro, impoverimento di O₂;
5. **Emissione di CO₂/CO:** indica se la merce e/o le condizioni di movimentazione e stoccaggio possono produrre, nell'atmosfera di lavoro, emissione di CO₂ e/o CO;
6. **Emissione di altri gas tossici:** indica se la merce e/o le condizioni di movimentazione e stoccaggio possono produrre, nell'atmosfera di lavoro, emissione di gas tossici quali fosfina, arsina, acido solfidrico o altri;
7. **Emissione di gas infiammabili/esplosivi:** indica se la merce e/o le condizioni di movimentazione e stoccaggio possono produrre, nell'atmosfera di lavoro, emissione di gas infiammabili/esplosivi;
8. **Combustibile o rischio di incendiarsi:** indica se la merce è combustibile o può incendiarsi spontaneamente;
9. **Reazioni con acqua:** indica se la merce può reagire con acqua generando modificazioni o prodotti pericolosi, come ad esempio gas tossici, sostanze corrosive o autoriscaldamento;
10. **Applicazione "Documento CMVP":** indica se si devono applicare le indicazioni minime di prevenzione e protezione contenute nel cosiddetto "*Documento sui criteri Minimi di Valutazione e Prevenzione e successivi aggiornamenti*" [61];
11. **Note / misure di prevenzione e protezione:** sono state riportate, per ogni merce, le principali e specifiche misure di prevenzione e protezione, o ulteriori informazioni per il contenimento del rischio desunte dalle fonti già citate;
11. **Quartili:** suddivisioni in cinque classi delle merci (da 1 a 5), create come già spiegato nel capitolo 3.2 a partire dall'indice di frequenza di movimentazione delle merci.

Le fonti di informazione utilizzate per l'analisi del rischio e per l'assegnazione del gruppo di pericolo sono state principalmente:

- codice IMSBC, adottato con la risoluzione MSC 268(85),[57] come da D. D. 1340/2010[58];

- schede di sicurezza delle merci, quando inviate dalle imprese;
- letteratura scientifica;
- altre informazioni disponibili in rete, in particolare la pubblicazione scientifica di Demontis[60] e i seguenti siti Internet:
 - Transport Information Service (TIS): http://www.tis-gdv.de/tis_e/inhalt.html, che fornisce informazioni soprattutto riguardo il trasporto di materiali di origine organica;
 - Cargohandbook: http://www.cargohandbook.com/index.php/Welcome_to_CargoHandbook, database organizzato in 10 categorie per un totale di 858 merci;
 - Sigma Aldrich: <http://www.sigmaaldrich.com/italy.htm>, per l'integrazione delle Schede di Sicurezza non pervenute di alcuni prodotti.

Va evidenziato che molte delle merci movimentate sono di tipo organico (es: cereali o semi oleosi) e non sono soggette a obbligo di classificazione e di SdS. Proprio per questi carichi, privi di tossicità o pericolosità intrinseca, è stata studiata anche la letteratura scientifica per far emergere tutte le potenziali condizioni di rischio e per studiare i meccanismi con cui si possono generare.

Come regola generale, per le merci suscettibili di causare impoverimento di ossigeno e/o di emettere monossido di carbonio e/o acido solfidrico e/o fosfina e/o gas o vapori infiammabili è stato stabilito di applicare le linee-guida contenute nel documento pubblicato nel 2010[61] dal Comitato per la sicurezza e igiene del lavoro Portuale ex art. 7 del d.lgs. 272/1999 istituito nel porto di Ravenna. Per tutte queste merci, è stata posta l'indicazione *"Applicazione Documento CMVP"*. Per altri particolari su questo aspetto, si veda il capitolo 5.1.

Tabella 7 - Matrice merci-rischi

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
1 Acido boricco	C	No	No	No	No	No	No	No	SdS; proposto TLV per polveri totali inerti	5
2 Barite	C	No	No	No	No	non combustibile o basso rischio d'incendiarsi	No	No		5
3 Allumina	C	No	No	No	No	non combustibile o basso rischio d'incendiarsi	No	No		2
4 Alluminio (sotto-prodotti di fusione o rifusione UN 3170)	B	No	No	Si NH ₃ /acetilene a contatto con acqua	Si H ₂ a contatto con acqua	non combustibile o basso rischio d'incendiarsi	Si a contatto con l'acqua può causare un riscaldamento con possibile sviluppo di gas infiammabili e tossici	No		2
5 ARGILLE (Attapulгите, Bentonite, Caolino)	C	No	No	No	No	non combustibile o basso rischio d'incendiarsi	No	No	SdS propone TLV-TWA (ACGIH) per polveri respirabili: 3 mg/m ³ . Il caolino ha però TLV-TWA di ACGIH 2 mg/m ³ (non segnalato in SdS)	1
6 Avena (cereale)	B	Si	Si CO ₂	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S	No#	No#	Si Il carico va protetto da qualsiasi tipo	Si	A temperature > 25°C aumentano processi metabolici	4

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di altri gas infiammabili/esplosivi	Emissione gas	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
				possibile per decomposizione batterica				di umidità per evitare la crescita di muffe e l'auto-riscaldamento dovuto all'aumento dell'attività respiratoria (TIS)		portando a formazione di CO ₂ e autoriscaldamento (TIS)	
7 Bauxite	C	No	No	No	No	No	No	No	No	SdS evidenza rischio polveri inerti	5
8 Buccette di soia (corcecia del seme deconticato)	B	Si	Si	Si	No*	No*	No*	Si	Si	Il cartico va protetto da qualsiasi tipo di umidità per evitare la crescita di muffe e l'auto-riscaldamento dovuto all'aumento dell'attività respiratoria (TIS)	2
			CO ₂	PH ₃ , se fumigato; H ₂ S; possibile per decomposizione batterica						Non essendo disponibili informazioni si tratta come merce biologica tipo cereale o sfarinato	
9 Carbonato di calcio	C	No	No	No	No	No	No	No	No		1
10 Carbonato di sodio	C	No	No	No	No	No	No	No	No		5
11 Carbonato ferroso (FeCO ₃ siderite)	C	No	No	No	No	No	No	No	No		5

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
12 Carbonato di litio	C	No	No	No	No	No	No insolubile in acqua	No		4
13 Carbone di legna (vegetale Charcoal)	B	Si	No	No	No	Si Può incendiarsi spontaneamente	Si Il contatto con l'acqua può provocare auto-riscaldamento	No	Se la temperatura del carbone di legna risulta superiore a 55° esso non deve essere caricato. Prima di procedere al carico, il caricatore o il produttore deve dare al comandante un certificato che il carico non è di classe 4.2 sulla base delle prove compiute in accordo con la sezione 6 dell'Appendice 2 dell'IMSBC code. Il contenuto d'umidità del carbone di legna non deve superare il 10 %.	5
14 Carbone fossile (antracite Coal)	B + A	Si per ossidazione	Si CO ₂	Si H ₂ S possibile per decomposizione batterica	Si H ₂ , CH ₄	No Ha un basso rischio d'incendio ma può riscaldarsi spontaneamente	Si Può sviluppare acidi e gas tossici	Si	Devono essere monitorati con regolarità gli spazi vuoti del carico per verificare il tenore CH ₄ , O ₂ e CO.	2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Emissione gas	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
15 Cemento (polvere finemente macinata)	C	No	No	No	No	No	No	No	No	Monitorare la temperatura prima del caricamento se il prodotto è uscito di recente da fornace (Cargo-handbook). Solidifica se bagnato.	1
16 Cemento alluminoso (a base di alluminato di Calcio)	C	No	No	No	No	No	No	Si SdS: il cemento reagisce con acqua e forma silicati e idrossido di calcio. I silicati nel cemento reagiscono con potenti ossidanti come fluoro, trifluoruro di boro, trifluoruro di cloro, trifluoruro di manganese e bifluoruro di ossigeno.	No	SdS: Ridurre la generazione di polvere ed evitare che la polvere si propaghi nell'ambiente	
17 CEREALI (vedi (*)) grano, sorgo, orzo, mais, avena, crusca, riso)	B	SI	SI	SI PH ₃ , se fumigati; possibili solventi usati per estrazione; H ₂ S; possibile per decomposizione batterica	SI se il carico è stato sottoposto a estrazione di olio con solvente	SI/NO a seconda del tenore di umidità e olio possono dare luogo a lento autoriscaldamento e, se umidi o contenente una porzione eccessiva d'olio non ossidato, s'incendiano spontaneamente.	No	No	SI	Se la temperatura raggiunge i 55°C e continuasse a crescere, si deve provvedere a limitare la ventilazione del carico. Se l'autoriscaldamento dovesse continuare, si deve introdurre CO ₂ o un gas inerte. L'attività batterica può	1

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
18 Cippato di legno fuso (Legno in trucioli)	B (*)	B	Si per ossidazione	Si CO ₂	Si possibile per decomposizione batterica	No	Si/No In presenza di un contenuto d'umidità pari al 15% o superiore, il carico presenta un basso rischio d'incendio. Al diminuire del contenuto d'umidità aumenta il rischio d'incendio. Quando è secco può essere facilmente incendiato per mezzo di un innesco esterno; il carico è rapidamente combustibile e può incendiarsi anche per sfregamento.	No	Si	L'accesso del personale agli spazi del carico non deve essere consentito fino a quando non si sia verificato che il tenore d'ossigeno sia tornato a livelli normali	4
19 Clinker di cemento	C	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No		2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di altri gas infiammabili/esplosivi	Emissione gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
20	Cloruro di potassio	C	C	No	No	No	No	No	Si	No	SdS; evitare la contaminazione con bromo trifluoruro, acido solforico e permanganato di potassio (può produrre esplosioni)	2
21	Cloruro di sodio (sale)	C	C	No	No	No	No	No	No	No	Il sale non sviluppa normalmente alcun gas. Tuttavia a contatto con alcuni acidi può generare cloro che ha azione asfissiante e tossica (T15)	5
22	Coils Acciaio	C	No	No	No	No	No	No	No	No		1
23	Coke di petrolio (Petcoke - petrol coke)	B	B	Si per decomposizione può dare luogo alla formazione di CO ₂	Si tra i componenti secondari sono presenti IPA e idrocarburi; H ₂ S	Si tra i componenti secondari sono presenti IPA e idrocarburi	Si/no Il coke, in condizioni normali, non è facilmente infiammabile; la polvere fine è infiammabile; se stoccato in cumulo può infiammarsi qualora esposto a sorgenti di calore, scintille libere, a contatto con corpi incandescenti e/o fiamme libere o a contatto con agenti fortemente ossidanti	No	No	Si	SdS; assicurare il contenimento del particolato respirabile entro il TLV-TWA	1

N. MERCE	Gruppo attribuito (*)	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
24 Crusca	(*) B	SI	SI CO ₂	SI possibili solventi usati per estrazione; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	SI possibili solventi usati per estrazione	SI Combustibile spontaneamente (Class 4.2 IMDG Code) muffe (TIS)	SI Va evitata umidità perché favorisce auto-combustione e	SI		4
25 Etibor 48 (pentaidrato borace)	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No		5
26 Farina di pesce stabilizzata UN 2216) trattata con antiossidanti (etossichina o idrossitoluene butilato)	(*) B	SI	SI CO ₂	SI H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	SI La stabilizzazione della farina di pesce è necessaria al fine di prevenire la combustione spontanea. Tendente a riscaldarsi spontaneamente anche nel caso in cui il contenuto di grassi sia basso o il materiale sia stato trattato con antiossidanti	No	SI	Classificata Gruppo C se i carichi sono accompagnati da un certificato, emesso da un laboratorio della pubblica amministrazione o dal consulente chimico di porto (ovvero per i carichi provenienti dall'estero da autorità competente del paese di spedizione), accertante che il materiale non dà luogo ad autoriscaldamento se trasportato alla rinfusa.	5

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
27 Farine (di grano, di cereali, di colza, di erba medica, di girasole, di mais, di soia, di semi oleosi, soia proteica)	B o C (**)	Si	Si CO ₂	Si PH ₃ , se fumigate; possibili solventi usati per estrazione; H ₂ S;	Si possibili solventi usati per estrazione	Si	No	Si	La temperatura del materiale, al momento del caricamento, non deve mai superare la più alta delle seguenti temperature: 35°C o la temperatura ambiente più 5°C	1
28 Feldspati Feldspato in grumi	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No	Contiene silice cristallina respirabile come impurezza	1
29 Ferrocromo	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No		5
30 Ferro-manganese	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No		5

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)	
31	Ferrosi	C	C	No	No	No	No	No		1	
						non combustibile o ha un basso rischio d'incendio tranne quando il carico contiene limature (metalli fini capaci di dare combustione spontanea)					
32	Ferrosilicio manganese Vedi: Silicio-manganese										
33	Ferrosilicio (UN 1408) 30% < SI < 90%	B	B	SI	No	SI AsH ₃ , PH ₃ (a contatto con acqua o umidità)	SI H ₂ (a contatto con acqua o umidità)	No	non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	SI emissione di gas tossici e infiammabili	5
									A bordo della nave devono essere presenti strumenti adatti per la misurazione d'idrogeno, arsina e fosfina e fosfina. Effettuare con regolarità le misurazioni del tenore d'idrogeno, arsina e fosfina annotando i risultati ottenuti		
34	Ferrosilicio 25% < SI < 30% oppure SI > 90%	B	B	SI	No	SI AsH ₃ , PH ₃ (a contatto con acqua o umidità)	SI H ₂ (a contatto con acqua o umidità)	No	non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	SI emissione di gas tossici e infiammabili	5
									A bordo della nave devono essere presenti strumenti adatti per la misurazione d'idrogeno, arsina e fosfina. Effettuare con regolarità le misurazioni del tenore d'idrogeno,		

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impovertimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Emissione gas	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
35	Fertilizzanti a base di Nitro d'ammonio (non pericolosi) (CAN 21, CAN 24, CAN 26, DAP 18-46, NP 14-25, NP 16-20, NP 20-10, NP 20-20, NP 25-10, NPK 11-10-15, NPK 11-15-15, NPK 11-22-16, NPK 12-11-18, NPK 12-12-12, NPK 12-12-17, NPK 12-6-18, NPK 15-15-15, NPK 20-10-10, NPK 9-14-21)	C	C	No	No	Si Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossidi di azoto, di zolfo, composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	Si Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossidi di azoto, di zolfo, composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio SdS: un concime NPK non è soggetto alla decomposizione autosostentata, in accordo con il Trough test standard IMO, come definito nelle raccomandazioni contenute nel "Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria", 2 parte III, sezione 38	No	Anche se il materiale è classificato come non pericoloso, potrà comportarsi come i fertilizzanti a base di NH ₄ NO ₃ classificati in Classe 9 (UN 2071) nel caso in cui sia fortemente scaldato. In tali condizioni si potrà avere sviluppo di gas tossici e decomposizione	1
36	Fertilizzanti a base di Nitro d'ammonio UN 2067 (NA 33.5, NA 34.2)	B	B	No	No	Si Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossidi di azoto, di zolfo, composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	Si Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossidi di azoto, di zolfo, composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	No Supporta la combustione. Un incendio importante a bordo di una nave che trasporti questi materiali può comportare un	No		3

arsina e fosfina annotando i risultati ottenuti

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di altri gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
37 Fertilizzante Nitrato di calcio	C	No	No	alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	No	No	No	No	Sds: Il prodotto, essiccato si decompone ad una temperatura superiore ai 150°C	3
	Se N tot < 15,5% e H ₂ O ≥ 12%	No	No	No	No	No	No	No	pericolo d'esplosione non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	
38 Fosfato	C	No	No	No	No	No	No	No	non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	2
39 Fosfato diammonio (DAP)	C	No	No	No	No	No	No	No	non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	1
40 Fosfato monoammónico (M.A.P)	C	No	No	No	No	No	No	No	Il M.A.P. alla rifusa ha un pH di 4,5, quindi in presenza d'umidità può risultare altamente corrosivo	2
	C	No	No	No	No	No	No	No	non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	
41 Fosfato naturale (vedi fosforite)	C	No	No	No	No	No	No	No		
42 Fosforite (fosfato tricalcico/fosfato naturale)	C	No	No	No	No	No	No	No	Evitare il contatto con fonti di calore (superiori a 220° C) e il coinvolgimento in un incendio	2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
43 Frumento/Grano	(*) B	SI	SI	SI CO ₂	SI PH ₃ , se fumigate; possibili solventi usati per estrazione; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	No	No	SI	L'autoriscaldamento è favorito da umidità (soprattutto se il cereale è fresco con umidità media del 14%), da scarsa ventilazione e dalla pressione del carico (TIS)	
44 Ghiaia	C	No	No	No	No	No	No	No	No		1
45 Granaglie (vedi cereali)											
46 Granturco (vedi mais)											
47 Gusci (gusci di semi di palma) / PKS	B	SI	SI per ossidazione	SI CO + CO ₂ di per fenomeni di fermentazione	SI H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	SI I fenomeni di fermentazione possono anche comportare la formazione infiammabile (es. etanolo, etilene)	SI Può dare luogo a fermentazione che può condurre alla combustione spontanea del carico. La movimentazione del carico avente un basso contenuto di umidità può produrre spolverio. Può verificarsi, dunque, un rischio di esplosione ad alte concentrazioni delle polveri	SI Se il contenuto di umidità è pari o superiore al 15% il carico ha un basso rischio di incendio.	SI	Quando il contenuto di umidità diminuisce, il rischio di incendio aumenta	2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impovertimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
48 Idrossido di magnesio (brucite)	C	No	No	No	No	No	No	No	SdS: non pericoloso	
49 Loppa (scoria)	C	No	No	No	No	No	No	No	SdS: la scoria d'altoforno contiene tracce di silice libera cristallina. Rispettare i limiti previsti per le polveri	2
50 Magnesite (carbonato di magnesio/ magnesite naturale)	C	No	No	No	No	No	No	No	non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	5
51 Mais/ granturco	B (*)	Si	Si CO ₂	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	Si/No La quantità di etilene prodotta è molto bassa (sotto lo 0,1 µl/kg*h) (TIS)	Si Può dare luogo a autoriscaldamento. Se la temperatura supera i 60°C bisogna assumere un aumento del rischio di incendio e prendere appropriate precauzioni (TIS)	No	Si		2
52 Mangimi in pellet (Panelli / seed cake contenenti olio vegetale: Indian soybean meal, soyabean meal Hipro, Brazilian	B o C	Si per ossidazione	Si CO ₂	Si PH ₃ , se fumigato; eventuali solventi usati per estrazione; H ₂ S, possibile	Si Eventuali solventi usati per estrazione	Si Può dare luogo a lento autoriscaldamento e, se umido o contenente una porzione eccessiva d'olio non ossidato, s'incendia	No	Si		2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
extracted soybean meal in bulk, Argentine extract Toast, Solvent soybean meal, Russian sunflower seed meal pellet)				per decomposizione batterica		spontaneamente				
53 Minerali Fe (escl. pirriti)	A C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No		5
54 Nefelina (minerale)	A C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No		3
55 Nitrate di ammonio (UN 1942) (≤ 0,2% di sostanze combustibili incluse tutte le sostanze organiche calcolate come carbonio, con l'esclusione di ogni altra sostanza aggiuntiva)	B B	No	No	SI Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossido di azoto, di zolfo, NH ₃ , composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	SI Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossido di azoto, di zolfo, composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	No Non è classificato come esplosivo ma come ossidante/comburente (Classe 5.1)	No	No	Non devono essere presenti fonti di calore o di innescio all'interno dello spazio del carico. La polvere del fertilizzante può essere irritante per la pelle o per le mucose	

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
56 Nitrate Ammonico Calcareao a basso titolo d'azoto (< 28 % N)	C	No	No	Si Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossidi di azoto, zolfo, NH ₃ , composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	Si Se fortemente riscaldati possono decomporsi in ossidi di azoto, composti alogenati, fosfati e acido cloridrico (SdS)	Si/No Anche se il materiale è classificato come non pericoloso, potrà comportarsi come i fertilizzanti a base di nitrato d'ammonio classificati in Classe 9 (UN 2071) nel caso in cui sia fortemente scaldato. In tali condizioni si si potrà avere sviluppo di gas tossici e potranno verificarsi reazioni di decomposizione (ossidi di azoto, N ₂ O, NO, NO ₂).	No	No	La polvere del fertilizzante può essere irritante per la pelle e per le mucose	5
57 Nitrate di calcio (UN 1454)	B	No	No	No	No	No	No	No		4
58 Nitrate di potassio (UN 1486)	B	No	No	No	No	No	Si Si ossida quando è	No	Se innescato brucia con grande forza.	

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Emissione gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
59 Nitrate di sodio (UN 1498)	B	B	No	No	No	No	No	ma come ossidante/comburente (Classe 5.1)	bagnato		SdS; evitare la formazione di polvere (contenere il particolato respirabile entro il TLV-TWA)	
60 Orzo	(*)	B	SI	SI CO ₂	SI PH ₃ , se fumigato; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	No	SI possibile autocombustione	SI Un contenuto eccessivo di acqua può dare autoriscaldamento a causa dell'aumento dell'attività respiratoria (TIS)	SI		3
61 Pellet di legno	B	B	SI per ossidazione	SI CO+CO ₂ per ossidazione	SI Es.: aldeidi, idrocarburi; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	SI Fermentazione se umidità > 15% con produzione gas infiammabile (es. CH ₄). Può verificarsi un rischio d'esplosione con alte concentrazioni delle polveri	SI Fermentazione se umidità > 15% con combustione spontanea	SI Fermentazione se umidità > 15% con combustione spontanea	SI	SI		4
62 Perfosfato semplice	C	C	No	No	No	No	No	No	No	No		3

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
(Super-fosfato) Fertilizzante NPK 0-20-0						o ha un basso rischio d'incendio				
63 Perfosfato triplo (Superfosfato Triplo granulare) Fertilizzante NPK 0-46-0	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	Sì A contatto con umidità rischio di corrosione	No		3
64 Piselli	B	Sì	Sì CO ₂	Sì PH ₃ , se fumigato; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	Sì Dov'è ventilazione sia inadeguata, specialmente con contenuto di acqua > 16%, il calore e l'umidità portano alla tendenza all'auto-riscaldamento. Per questa ragione il carico deve essere stoccato lontano da fonti di calore (TIS)	Sì	Contenuto medio di olio: 1-3% (TIS). Evitare fonti di calore (TIS)	2	
65 PKS (vedi gusci di semi di palma)										
66 Polivinil cloruro (PVC)	C	No	No	No	No	No	No	No	Non superare temperature di 200°C per non provocare la degradazione del prodotto	5

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di altri gas infiammabili/esplosivi	Emissione gas	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
67 Polpa di barbabietola (sfarinato)	B o C (**)	B	Si per ossidazione	Si CO ₂	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S; possibile per decomposizione batterica	No	Si	Si Se umido o contenente una porzione eccessiva d'olio non ossidato, s'incendia spontaneamente	Si	Si	Prima di consentire l'accesso delle persone agli spazi dedicati al carico devono essere effettuate prove analitiche che accertino che il contenuto d'ossigeno è stato riportato ai normali livelli	2
68 Riso/Risone	B	B	Si	Si CO ₂	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S; possibile per decomposizione batterica	No	Si	Si Con contenuto eccessivo di H ₂ O (> 15%) o umidità (> 75%) rischio di auto-riscaldamento. Il rischio è maggiore in caso di riso brown (maggiore quantità di olio) (TIS)	Si	Si		5/3
69 Sabbia (di fonderia, di feldspato di potassio, di quarzo, silicio, di feldspato della soda)	C	C	No	No	No	No	No	No	No	No	L'inalazione della polvere di silice può provocare problemi alla respirazione. Il particolato della silice è facilmente trasportato dall'aria e inalabile.	1
70 Sale (vedi NaCl)												

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di altri gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
71	Semi di colza (*)	B	Si	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	Si Nei semi oleosi si possono raggiungere, per ossidazione chimica dei grassi, temperature in grado di portare all'auto innescio della combustione nella massa stoccata.* La decomposizione dei grassi porta al rischio di auto-riscaldamento e di incendio (TIS)	No	Si		3
72	Semi di cotone (*)	B	Si	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	Si A causa della loro tendenza all'auto-riscaldamento si possono comportare come sostanze della classe 4.2 dell'IMDG Code (TIS).	Si Il carico va protetto da qualsiasi tipo di umidità per evitare la rottura idrolitica/enzimatica dei grassi e l'auto-riscaldamento (TIS)	Si		2
73	Semi di girasole (*)	B	Si	Si PH ₃ , se fumigato; H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	Si A causa della loro tendenza all'auto-riscaldamento si possono comportare come sostanze della classe 4.2 del IMDG Code (TIS).	Si Nessuno deve entrare in stiva prima di aver ventilato e aver fatto misure di gas in aria (TIS).	Si		1

N. MERCE	Gruppo attribuito (*)	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione PH ₃ , se fumigato; H ₂ S; per decomposizione batterica	Emissione gas infiammabili/esplosivi	CombuStione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
74 Semi di lino	(*)	B	SI	SI	SI	No	SI	SI	SI	Nessuno deve entrare in stiva prima di aver ventilato e aver fatto misure di gas in aria (TIS)	4
75 Semi di soia	(*)	B	SI	SI	SI	No	SI	SI	SI	A causa della loro tendenza all'auto-riscaldamento si possono comportare come sostanze della classe 4.2 del IMDG Code (TIS)	1
76 Silicato di alluminio idrato (pirofillite)	C	C	No	No	No	No	No	No	No	A causa della loro tendenza all'auto-riscaldamento si possono comportare come sostanze della classe 4.2 dell'IMDG Code (TIS)	5
77 Silico-manganese (S _T ≥ 25%)	B	B	SI	SI	SI	SI	No	SI	SI	Il materiale è virtualmente non combustibile quando è secco	8
78 Solfato ammonico	C	C	No	No	No	No	No	SI	No	SdS: evitare la formazione di polvere. Eliminare tutte le sorgenti di combustione. La	2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Gruppo attribuito di O ₂	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
79 Solfato di potassio	C	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	trasudamenti d'umidità	No	SdS: Il maneggio e/o l'uso di questo materiale può generare una polvere che può provocare un'irritazione meccanica agli occhi, alla pelle, al naso e alla gola	2
80 Solfato di sodio (Sale in pannelli)	C	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	No	No	SdS: evitare la formazione di polvere	4
81 Sorgo (vedi cereali)											3
82 Tronchi e segati	(*)	B	SI	SI CO ₂	SI H ₂ S, possibile per decomposizione batterica	No	No	SI	SI	Attenzione: i tronchi umidi in stive non ventilate consumano grandi quantità di ossigeno. Non consentire l'accesso fino a completa ventilazione e fino a che non siano state misurate le concentrazioni in aria di O ₂ e CO ₂ (TIS). 34 differenti specie di legno contengono sostanze irritanti o tossine: prestare attenzione in caso di infortunio con schegge (TIS).	2

N. MERCE	Gruppo attribuito	Impoverimento di O ₂	Emissione CO ₂ /CO	Emissione di altri gas tossici	Emissione di gas infiammabili/esplosivi	Combustione o rischio di incendiarsi	Reazione con acqua	Applicazione "Documento CMVP" ◇	Note/misure di prevenzione e protezione	Quartili (1-5)
83 Tutti i silicati (Nesosilicati, Sorosilicati, Ciclosilicati, Inosilicati, Filosilicati, Tetrosilicati, Wollastonite, Spodumene)	C	No	No	No	No	No	No	No	Evitare di respirare le polveri	4
84 Urea	C	No	No	No	No	No non combustibile o ha un basso rischio d'incendio	Sì L'urea (sia pura che contaminata), in presenza d'umidità, potrà danneggiare le parti verniciate o corrodere l'acciaio	No	Evitare la formazione di polvere e la dispersione dovuta al vento	
85 Zinco in pani (***)	B	Sì	No	Sì ASH ₃	Sì H ₂	No	Sì A contatto con l'umidità o con l'acqua può dare luogo allo sviluppo di ASH ₃ (***)	No	Non è propriamente una rinfusa, tuttavia può presentare rischi analoghi allo zinco alla rinfusa	
86 Zolfo (UN 1350) (grumi e grana grossa)	B	Sì	Sì	Sì Nello stoccaggio/manipolazione a caldo si può sviluppare H ₂ S (SdS)	No	Sì IMDG: 4.1	Sì La polvere bagnata o i residui potrebbero formare acido solforoso	Sì	Presenta rischi di infiammabilità e esplosione delle polveri, soprattutto durante il carico e lo scarico e dopo lo scarico e il lavaggio	3

LEGENDA

- (*) Sostanza responsabile di causare impoverimento di ossigeno come indicato nel punto 3.2.3 della risoluzione MSC 268(85) e presente nell'elenco "Carichi e materiali che causano l'impoverimento dell'ossigeno" (Appendice 7, paragrafo 9.4 del D.D. 1077/07)
- (**) Merci classificate nell'appendice della risoluzione MSC 268(85) come: PANELLI (SEED CAKE), contenenti olio vegetale UN 1386 (Gruppo B), PANELLI (SEED CAKE) UN 2217 (Gruppo B), PANELLI (SEED CAKE) non pericolosi (Gruppo C)
- (***) Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 15/10/2001 "Sicurezza della navigazione", Serie "Merci Pericolose n. 09": da considerare in gruppo B
- ◇ "Documento CMVP" (Documento sui Criteri Minimi di Valutazione e Prevenzione): vedi rif.61. Da applicare per i rischi presenti nei casi specifici.

RIFERIMENTI

TIS: Transport Information Service: http://www.tis-gdv.de/tis_e/inhalt.html

Cargohandbook: http://www.cargohandbook.com/index.php/Welcome_to_CargoHandbook

* **Demontis et al.:** vedi rif. 60.

4.2 Rischi professionali

Dall'analisi effettuata emerge che nelle attività portuali le merci alla rinfusa considerate possono comportare rischi per la sicurezza, quali ad esempio incendio ed esplosione e rischi per la salute, in primo luogo asfissia o intossicazione.

È interessante ricordare che alcune merceologie, non intrinsecamente tossiche, possono diventare pericolose per reazioni chimiche e/o biologiche che si verificano in particolari condizioni di temperatura e umidità, o a seguito di lunga permanenza in ambienti chiusi e mal ventilati.

4.2.1 Rischi di asfissia e di intossicazione

Di seguito sono presi in considerazione i rischi di asfissia per atmosfera sotto-ossigenata (quando la percentuale di O₂ nell'aria è inferiore al 21 %) o di intossicazione: in questi ultimi casi, gli americani definiscono la morte causata dai cosiddetti gas deleteri o mortali (spesso incolori e inodori) "like a stroke of lightning"[62], come un fulmine. La dinamica classica è che, in assenza di pericoli percepiti, il primo lavoratore che accede nel luogo confinato e inquinato perde rapidamente conoscenza, gli altri colleghi intervengono tempestivamente in suo soccorso e senza precauzioni, rimanendo anch'essi mortalmente intossicati.

Uno dei meccanismi principali che può dare origine ad asfissia o intossicazione può derivare dall'instaurarsi di fenomeni di **fermentazione** di materiale organico, di derrate alimentari (granaglie, farine, frutta), di rifiuti, con formazione di CO₂, metano, CO, H₂S, ammoniaca, mercaptani ecc. In particolare, negli stoccaggi di materiale organico si instaura un vero e proprio ecosistema, i cui attori principali sono: il prodotto (cereali, semi ecc.), l'umidità, il calore, i roditori, gli insetti, gli acari, le muffe, i batteri, i quali respirano per vivere e riprodursi, producendo anidride carbonica (CO₂), altri gas, acqua e calore, e sottraendo ossigeno all'aria circostante.

Inoltre, anche in assenza di fenomeni biologici, in relazione alle condizioni ambientali, si possono verificare vere e proprie **reazioni chimiche**, ad esempio:

- formazione di CO₂ da dissociazione del bicarbonato di calcio;
- formazione di H₂S dai solfuri presenti nei prodotti metallurgici;
- sviluppo di arsina (AsH₃, gas altamente tossico che può risultare mortale anche a basse concentrazioni), a contatto con acqua, alcali o acidi, a partire dalle impurezze di arsenico contenute nei pani di zinco e nelle ferroleghie.

Infine, possono essere **già presenti** in partenza nel materiale sostanze potenzialmente tossiche, nocive e/o asfissianti, ad esempio:

- l'anidride solforosa (SO₂), utilizzata in enologia, nelle fonderie di leghe leggere per creare un'atmosfera riducente al di sopra del metallo fuso, come conservante nell'industria alimentare, come sbiancante nell'industria della carta;
- gas inerti, quali N₂, He, Ar;

- la fosfina (PH_3), prodotta a contatto con l'acqua dalle compresse di fosforo di alluminio (AIP) usate come fumiganti.

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche di alcuni gas tra quelli più comunemente riscontrati come causa di questi incidenti.

4.2.1.1. Anidride Carbonica (CO_2)

È un gas incolore e inodore più pesante dell'aria (densità relativa all'aria $d=1.53$), presente nell'atmosfera in concentrazione da 0.03 a 0.06 % in volume. Tende a stratificarsi verso il basso.

Si può formare, non volutamente, da fenomeni di combustione, di putrefazione, di fermentazione (granaglie in presenza di acqua), da dissociazione del bicarbonato di calcio, nel sottosuolo, con formazione di carbonato (lavori svolti nel sottosuolo). Vengono normalmente segnalati incidenti in ambienti dove avvengono fermentazioni di sostanze alimentari (stive, silos...) **in particolari condizioni di temperatura e umidità.**

4.2.1.2. Monossido di Carbonio (CO)

È un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore, incolore e insapore, di densità simile all'aria ($d=0.97$). Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive (LIE = 12.5% e LSE = 74%).

Si produce da combustione in difetto di ossigeno.

Ha un'affinità per l'emoglobina 200 volte superiore a quella dell'ossigeno e provoca anossia anemica.

4.2.1.3. Acido solfidrico (H_2S)

È un gas incolore più pesante nell'aria ($d=1.19$) dal caratteristico odore di uova marce, estremamente infiammabile (LIE = 4% e LSE = 46%). La sensazione olfattiva non aumenta con la concentrazione del gas nell'aria; può accadere anzi che l'odore, percepibile a bassissime concentrazioni (0,0081ppm), si attenui o sparisca alle alte concentrazioni per esaurimento funzionale dei recettori.

Viene utilizzato nel ciclo produttivo in metallurgia per eliminare impurezze. Si produce anche per reazione tra solfuri e acidi, da **reazioni anaerobiche, per decomposizione batterica**, in attività di depurazione, bonifiche industriali, produzione di biogas e agricoltura.

4.2.1.4. Anidride Solforosa (SO₂)

Si tratta di un gas incolore di odore pungente, di densità superiore all'aria (d=2,8). Non infiammabile. È corrosivo e vescicante, provoca una grave fenomenologia broncospastica con mancato apporto di ossigeno ai polmoni (anossia).

Si sviluppa per reazione tra bisolfiti e acidi.

Viene utilizzato in enologia. Nelle fonderie di leghe leggere per creare un'atmosfera riducente al di sopra del metallo fuso. Come conservante nell'industria alimentare. Come sbiancante nell'industria della carta.

4.2.1.5. Fosfina (PH₃)

È un gas incolore, altamente tossico e infiammabile, con un odore sgradevole simile a quello dell'aglio.

Le compresse di fosfuro di alluminio (AlP) usate come fumiganti producono fosfina a contatto con l'acqua (reazione di idrolisi). Queste compresse contengono inoltre altri prodotti chimici che sviluppano ammoniaca (per ridurre il potenziale di autoignizione o esplosione del gas della fosfina) e mercaptani (composti solforati) per dare al gas un odore di aglio rivelandone la presenza nell'atmosfera.

4.2.1.6. Arsina (AsH₃)

È un gas infiammabile e altamente tossico. Tende a legarsi in modo stabile all'emoglobina dei globuli rossi, causando quindi un'accelerazione nella distruzione (emolisi) di queste cellule.

Si forma ogni qualvolta si produce idrogeno nascente in presenza di As (combinazione di acqua con arseniuri):



Si può sviluppare, a contatto con acqua, alcali o acidi, dalle impurezze contenute nei pani di zinco e nelle ferroleghie (ferro silicio e silicomanganese con contenuto di Si ≥ 25%).

4.2.2. Rischi di incendio e di esplosione

I rischi di incendio o esplosione sono spesso contestuali a quelli già considerati, in quanto le stesse sostanze possono essere pericolose sia per la salute che per la sicurezza. Anche in questo caso i rischi possono derivare da materiali in apparenza non pericolosi. Vediamo alcuni casi tipici:

- formazione di gas da reazioni anaerobiche (metano, idrogeno, monossido di carbonio, idrogeno solforato, fosfina, ammoniaca, etilene, mercaptani...) derivate da materiale organico stivato;
- residui da trattamenti con solventi o lavaggi (es. esano in farine, PH₃ da fumigazione);
- nubi di polveri di varia origine/natura: alimentare (es.: farine, zuccheri, malto, amido), chimica (es: plastica, resine, detergenti, prodotti farmaceutici), metallurgica (es: alluminio, magnesio), vernici, legno ecc.;
- formazione di idrogeno a partire dall'umidità in condizioni riducenti, ad esempio con materiale metallico;
- formazione di atmosfere sovraossigenate per rilascio accidentale di O₂;
- fenomeni di autocombustione biologica e/o chimica: ad esempio, occorre ricordare che i semi di cereali non risultano classificati 4.2 IMDG code (Spontaneously combustible) nei trasporti marittimi in quanto lo sviluppo di calore non è sufficiente a determinare l'autocombustione; diversamente i semi oleosi sono generalmente associati alla classe di rischio 4.2 IMDG code a causa dell'ossidazione chimica della componente oleosa dei semi. Infatti, l'attività biologica può continuare a crescere fino a 80°C ma a tale temperatura avviene anche la morte della maggior parte della vita biologica. Invece, nel caso di semi oleosi, quando termina la fase biologica, può continuare l'ossidazione chimica dell'olio contenuto nei semi, arrivando a temperature maggiori della temperatura di accensione dei semi.

5. Approfondimenti per la fosfina e l'arsina

5.1 Premessa

In esito alle indicazioni già fornite, nel presente capitolo si vogliono condividere ulteriori strumenti utili per la valutazione del rischio chimico in ambito portuale, scaturiti dall'approfondimento compiuto su queste tematiche dai vari stakeholder che operano nell'ambito portuale di Ravenna.

Il Comitato per la sicurezza e igiene del lavoro portuale istituito nel Porto di Ravenna secondo l'art. 7 del d.lgs. 272/1999, nel corso del 2010 ha prodotto un documento⁶¹ contenente indicazioni degli elementi minimi di valutazione e prevenzione relativi, in particolare, all'attuazione dell'art. 25 del d.lgs. 272/1999, ai fini di garantire l'adozione di adeguate misure di sicurezza nelle operazioni in stiva che abbiano a oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno.

Il documento (riportato per esteso in appendice 6.2) rappresenta una integrazione e applicazione di quanto previsto dalle vigenti norme di legge (d.lgs. 81/2008, d.lgs. 272/1999, Ordinanza Autorità Portuale 1/2008[63]) e pertanto non si sostituisce a esse. Questi orientamenti sono stati emessi partendo da una casistica rappresentata da rinfuse di soia depositate in stiva, in un ambiente chiuso, spesso mal ventilato e comunque soggetto a penetrazione di acqua piovana. Essi valgono, comunque, anche per tutti i casi in cui sono presenti i pericoli di intossicazione da fosfina, monossido di carbonio e asfissia.

Successivamente, come possibile ranking di priorità di intervento, si è voluta porre maggiormente l'attenzione sulle merci potenzialmente in grado di emettere **arsina** e **fosfina**; le prime sono le ferroleghie (ferro-silicio e silicomanganese) e i pani di zinco, le seconde sono le ferroleghie già citate, nonché tutte le merci potenzialmente deperibili sottoposte a processi di fumigazione (cereali, altri semi, mangimi, farine, bucce ecc.). Tali merci sono state già oggetto in passato di approfondimento, sia perché hanno una frequenza di movimentazione molto elevata all'interno del Porto di Ravenna, sia per la loro pericolosità intrinseca. Pertanto, gli estensori nel presente studio hanno voluto indicare per tali merci ulteriori misure di prevenzione e protezione più specifiche, in primis l'individuazione e la scelta dei corretti dispositivi di protezione individuale (DPI).

Pertanto, come ulteriore contributo all'individuazione delle migliori misure di prevenzione e protezione da attuare, il gruppo di lavoro ha elaborato **due documenti**^{64,65} riportati integralmente nelle appendici 6.3 e 6.4, riguardanti le principali caratteristiche e misure di prevenzione e protezione da adottare per le merci potenzialmente in grado di emettere fosfina e arsina:

- Aggiornamento e integrazioni del Documento "*Indicazione degli elementi/criteri minimi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell'ambiente*", di cui all'ordinanza dell'Autorità Portuale n. 1/2008"^[64];
- Elementi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano a oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere arsina, con particolare riferimento alla scelta e all'uso di DPI^[65].

In essi sono stati ulteriormente approfonditi gli aspetti riguardanti le condizioni di sicurezza e le eventuali misure (in primo luogo l'applicabilità di specifici dispositivi di protezione individuale) da attuare per la minimizzazione dei rischi derivanti dalle operazioni in stiva che comportino la movimentazione di carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere fosfina o arsina.

5.2 Procedure di sicurezza per la fosfina

Ricordiamo preliminarmente i valori limite di esposizione della fosfina per i lavoratori:

Tabella 8 - Valori limite per la fosfina

	TLV-TWA (8 ore)	STEL
D.lgs. 81/08 (Allegato XXXVIII)	0,1 ppm	0,2 ppm
ACGIH [66]	0,3 ppm	1 ppm
NIOSH [67]	0,3 ppm	1 ppm
OSHA	0,3 ppm	-

Immediately Dangerous to Life or Health^[68] (IDLH, NIOSH): 50 ppm.

In stiva sono considerate accettabili concentrazioni di fosfina **inferiori a 0,1 ppm**. In base alla concentrazione di fosfina misurata all'apertura delle stive, le procedure operative adottate nei terminal prevedono che:

- se $PH_3 < 0,1$ ppm è possibile la discesa in stiva senza DPI ma con rilevatori personali portatili (non necessari qualora sia disposto l'impiego continuativo di maschera per la protezione delle vie respiratorie);

- se $0,1 < PH_3 < 1$ ppm è possibile la discesa in stiva solo con DPI (maschera con filtro specifico);
- se $PH_3 > 1$ ppm non è consentita la discesa in stiva.

Per quanto riguarda l'uso dei DPI, occorre ricordare che la **fosfina** è un gas inorganico e può rientrare, per analogia, nel gruppo dei composti "*Gas e vapori inorganici*", quindi in linea di massima si considerano idonei alla protezione i filtri di tipo B (Norma EN 14387[69]), anche se molti fabbricanti indicano in nota che il NIOSH consiglia l'utilizzo di autorespiratori.

In generale, per i filtri comunemente utilizzati di tipo ABEK1 (polivalenti per vapori organici e gas acidi) non sono state pubblicate prove specifiche sulla fosfina e non sono stati indicati concentrazione e tempi massimi di utilizzo.

Solo recentemente è stato pubblicato da un produttore un bollettino tecnico[70] dove si presentano i risultati di prove effettuate su un filtro specifico (tipo **A1HgP3**) utilizzando concentrazioni di PH_3 simili o molto superiori a quelle di potenziale utilizzo. La durata in uso è stata stimata essere di almeno 40 ore per concentrazioni di PH_3 fino a 60 ppm e con un ritmo respiratorio normale.

Pertanto, utilizzando filtri specifici e monitorando in continuo i livelli di fosfina, di ossigeno e di monossido di carbonio, è accettabile poter utilizzare dispositivi filtranti, secondo le indicazioni previste dal documento CMVP.

5.3 Procedure di sicurezza per l'arsina

Nella tabella seguente sono riportati i valori limite di esposizione dell'arsina:

Tabella 9 - Valori limite per l'arsina

	TLV-TWA (8 ore)	Ceiling (15 min)
ACGIH [66]	0.005 ppm 0.02 mg/m ³	
NIOSH REL [71]		0.0006 ppm 0.002 mg/m ³
OSHA PEL	0.05 ppm 0.2 mg/m ³	

Soglia olfattiva (EPA Guidelines[72]): 0.5 - 1 ppm (caratteristico odore di aglio).

Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH, NIOSH): 3 ppm.

Come riportato in letteratura[72] "*l'arsina è un agente estremamente tossico e un potente emolitico che porta sostanzialmente a morte causata da insufficienza renale. Numerosi case report sono disponibili ma questi mancano di dati di esposizione quantitativi certi. I report, tuttavia, confermano l'estrema tossicità dell'arsina e il periodo di*

latenza degli effetti tossici nell'uomo". [...] "I dati disponibili sull'uomo e sugli animali affermano che esiste un margine molto ridotto tra i valori di esposizione che non producono segni o sintomi di tossicità e quelli che risultano letali". [...] "Il meccanismo di tossicità dell'arsina (emolisi che porta a insufficienza renale e morte) e il fatto che la tossicità nell'uomo e negli animali è stata osservata a concentrazioni pari o inferiori alla soglia olfattiva (0,5 ppm) supportano altresì questa conclusione".

Qualora il carico sia suscettibile di emettere arsina, il datore di lavoro deve provvedere alla misura della concentrazione di arsina tramite un consulente chimico di porto e all'adozione, sulla base dei risultati delle analisi, delle opportune misure di sicurezza.

Il monitoraggio ambientale dell'arsina viene effettuato con sistemi a lettura diretta che permettono misurazioni istantanee singole con un range di lettura di circa 0,05 - 3 ppm, valori circa 10 volte superiori rispetto ai valori limite proposti dall'ACGIH (TLV-TWA 0,005 ppm) e circa 80 volte rispetto al valore Ceiling proposto dal NIOSH (TLV-C 0,0006 ppm).

Anche i dispositivi per la lettura diretta in continuo hanno generalmente poca sensibilità (limiti di rivelazione al di sopra del TLV) e non riescono quindi a essere tarati con soglie di allarme di sicurezza.

Pertanto, se non è possibile monitorare efficacemente un eventuale superamento del TLV durante le operazioni in stiva, in presenza di carichi suscettibili di emettere arsina, la discesa in stiva dei lavoratori è possibile quindi **solo utilizzando adeguati dispositivi di protezione individuale o collettiva**.

Nel momento in cui è stato concluso lo studio, non risultavano presenti in commercio filtri specifici validati per l'arsina e per i quali i costruttori potessero indicare un limite sicuro di utilizzo, che fosse in grado di garantire il rispetto dei TLV.

Inoltre, il NIOSH, nella *Pocket Guide to Chemical Hazard*[71], indica come protezione delle vie respiratorie il respiratore autonomo a circuito chiuso (SCBA, *self-contained breathing apparatus*), escludendo l'uso di dispositivi filtranti.

Per questi motivi, nel caso in cui non si abbia a disposizione un adeguato sistema di rilevamento in continuo in stiva specifico e sensibile per monitorare un eventuale superamento del TLV, quando sono presenti carichi suscettibili di emettere arsina, la scelta dei DPI dovrebbe ricadere su **sistemi di respirazione assistita**, salvo adozione di ulteriori ed efficaci misure di protezione collettiva.

Conclusioni

L'attività di studio svolta ha permesso di evidenziare la presenza di rischi sia per la salute (asfissia/ intossicazione), che per la sicurezza (incendio/esplosione), legati alla movimentazione di merci anche non intrinsecamente tossiche, che, in particolari condizioni di temperatura e di umidità, dopo lunghi periodi in ambienti chiusi e mal ventilati, possono dare origine a vere e proprie reazioni chimiche e/o biologiche, cambiando anche notevolmente la loro natura.

Il lavoro svolto ha costituito un'importante occasione di cooperazione per gli stakeholder che a vario titolo operano localmente nel campo della prevenzione (istituzioni, parti sociali, aziende, lavoratori), e dimostra che, quando tutti questi soggetti riescono a lavorare insieme intorno a un tavolo con un obiettivo comune, i risultati conseguiti possono divenire di assoluto rilievo, contribuendo a diffondere la cultura della sicurezza e fornendo un contributo significativo per l'innalzamento globale delle condizioni di salute e sicurezza sul lavoro.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti coloro che hanno collaborato al progetto, i rappresentanti della locale AUSL (SPSAL di Ravenna), delle aziende portuali, del Coordinamento RSPP e degli RLS di sito, nonché dei Chimici del Porto di Ravenna. A tutti loro va il ringraziamento degli autori, per lo scambio continuo e proficuo di informazioni, la condivisione continua e sinergica delle conoscenze e lo sforzo di comprensione dei reciproci punti di vista.

6. Appendici

6.1 Inquadramento normativo

Nelle pagine seguenti sarà presentato un breve excursus (che non ha la pretesa di essere esaustivo) delle principali fonti normative e dei documenti tecnici relativi alle operazioni portuali e sugli ambienti confinati, suddivise in norme e documenti internazionali, norme nazionali e disposizioni amministrative (circolari ecc.).

La materia della sicurezza delle operazioni portuali è regolata dalla legge 84/1994[73] e successive modificazioni, trattante il riordino della legislazione portuale, e dal decreto legislativo 272/1999[10], più specificamente focalizzato sullo svolgimento di operazioni e servizi portuali.

Queste due fonti legislative sono integrate da una serie di decreti, circolari e ordinanze delle autorità locali, che vanno ad integrare i contenuti delle due norme citate, non sempre sufficientemente specifici.

6.1.1. Norme riguardanti la sicurezza delle operazioni portuali relative alle merci solide alla rinfusa

Tabella 10 - Norme e documenti internazionali

1965	Codice IMDG Codice Marittimo Internazionale per il Trasporto delle Merci Pericolose	Codice uniforme internazionale che disciplina, nell'ambito del trasporto marittimo di merci pericolose, aspetti quali il carico, lo stivaggio e la separazione di sostanze tra loro incompatibili
1974	Convenzione SOLAS Convenzione internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare	Capitolo VII: Nella parte A1 disciplina i requisiti di documentazione, stivaggio e separazione di merci solide alla rinfusa pericolose e prescrive l'obbligo di comunicare incidenti che coinvolgano questi beni pericolosi
2003	Codice di buone pratiche dell'ILO sulla sicurezza e salute nei porti	Documento non giuridicamente vincolante, contenente raccomandazioni rivolte a chi si occupa della gestione, funzionamento, mantenimento e sviluppo dei porti, ai fini di innalzare il livello di sicurezza e salute nei porti. A esso si affiancano il Codice di buone pratiche per il trasporto di carichi solidi alla rinfusa e il Codice di buone pratiche per la sicurezza delle operazioni di carico e scarico delle navi portarinfuse, emanati dall'IMO
2008	Resolution MSC. 269[85]	Disciplina il trasporto di merci pericolose in colli nonché il trasporto di carichi solidi alla rinfusa e apporta modifiche sostanziali ai Capitoli II e VI della SOLAS. La nuova Regola VI/1-2 rende obbligatorio, a decorrere dal 1 gennaio 2011 per tutte le navi che trasportano carichi solidi alla rinfusa - diversi dal grano -, il codice IMSBC, adottato con la risoluzione MSC.268(85)

Tabella 11 - Norme nazionali

28 gennaio 1994	<p>Legge n. 84[73] Riordino della legislazione in materia portuale</p>	<p>Articolo 16: definisce le operazioni portuali, quali il carico, lo scarico, il trasbordo, il deposito, il movimento in genere delle merci e di ogni altro materiale, svolti nell'ambito portuale. A esse si affiancano prestazioni specialistiche, complementari e accessorie, denominate servizi portuali. L'espletamento di operazioni e servizi è disciplinato, autorizzato e vigilato dall'autorità portuale, e qualora questa non sia istituita, dall'autorità marittima.</p> <p>Articolo 24: stabilisce le norme previdenziali, di sicurezza e di igiene del lavoro. I lavoratori delle imprese operanti in porto devono essere iscritti in appositi registri tenuti dall'autorità portuale o marittima, alle quali spettano poteri di vigilanza e controllo in ordine all'osservanza delle disposizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.</p>
27 luglio 1999	<p>Decreto legislativo n. 272[10] Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori nell'espletamento di operazioni e servizi portuali, nonché di operazioni di manutenzione, riparazione e trasformazione delle navi in ambito portuale, a norma della legge 31 dicembre 1998, n. 485</p>	<p>Il decreto ha lo scopo di adeguare la normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro alle particolari esigenze delle operazioni e dei servizi svolti nei porti (comprese le attività cantieristiche), in modo tale da assicurare la tutela della salute e la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali; determinare obblighi e responsabilità del datore di lavoro e dei lavoratori in relazione alla valutazione dei rischi derivanti da agenti chimici, fisici e biologici; definire i criteri relativi all'organizzazione del sistema di prevenzione, igiene e sicurezza del lavoro; adottare le misure di sicurezza in particolari condizioni di rischio ed assicurare la formazione ed informazione del personale addetto alle operazioni portuali.</p> <p>La normativa si applica alle operazioni e servizi portuali così come definiti nella legge n. 84/94, ed alle merci pericolose quali definite nella normativa internazionale (Codice IMDG).</p> <p>Il decreto prescrive l'obbligo in capo al datore di lavoro di redigere un documento di sicurezza, di cui al decreto legislativo n. 626 del 1994 (attualmente non più in vigore, e sostituito dal decreto legislativo n. 81 del 2008), nel quale siano individuate le misure di prevenzione e protezione da adottare in relazione ai rischi derivanti dalle operazioni e dai servizi portuali. Ai fini di incrementare la sicurezza dei lavoratori addetti alle operazioni portuali, è prevista la promozione di corsi</p>

Segue: Tabella 11 - Norme nazionali

di formazione ed aggiornamento ed è conferita facoltà all' Autorità Portuale di istituire comitati di sicurezza e igiene del lavoro presieduti dalla stessa, con partecipazione di un rappresentante dell'Azienda unità sanitaria locale competente e composti da rappresentanti dei datori di lavoro e lavoratori, per proporre misure di prevenzione e tutela per la sicurezza ed igiene sul lavoro.

Articolo 25: disciplina la movimentazione di carichi alla rinfusa. Se il carico è suscettibile di emettere gas tossici o infiammabili o di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell'ambiente, il datore di lavoro deve provvedere, tramite un consulente chimico di porto, alla misurazione della concentrazione di gas e ossigeno nell'aria e all'adozione, sulla base dei risultati, delle opportune misure di sicurezza, comunicandole all'Autorità. Inoltre, se durante lo svolgimento di operazioni relative a merci alla rinfusa i lavoratori debbano scendere a operare in stiva o negli interponti, il datore di lavoro deve mettere a disposizione dei lavoratori scale fisse o mobili pronte all'uso, idonee ad assicurare un'immediata evacuazione in caso di pericolo per carico franante, e assicurarsi che i lavoratori addetti alle operazioni da effettuarsi in stiva utilizzino idonee cinture di sicurezza nello sbarco di rinfuse tramite apparecchi aspiranti.

Il datore di lavoro, i dirigenti, i preposti, il medico competente e i lavoratori inadempienti sono soggetti alle sanzioni previste dal d.lgs.81/2008), punibili con arresto o ammenda, e possono essere sottoposti a ulteriori sanzioni amministrative. Nel caso di reiterate violazioni delle disposizioni previste, che comportino concreto pericolo per l'igiene, la salute e la sicurezza dei lavoratori, è data facoltà all'Autorità portuale di sospendere l'atto autorizzatorio o concessorio all'esercizio dell'attività.

Segue: **Tabella 11** - Norme nazionali

16 dicembre 2004	Decreto ministeriale - Recepimento della direttiva 2001/96/CE in materia di «Requisiti e procedure armonizzate per la sicurezza delle operazioni di carico e scarico delle navi portarinfuse»	Il decreto, emesso dal Ministero dei Trasporti, ha l'obiettivo di far circolare tra gestori dei terminali e comandanti delle navi portarinfuse le informazioni necessarie a ridurre i rischi di sollecitazioni eccessive o di danni materiali alla struttura della nave durante le operazioni di carico e scarico, al fine di migliorare la sicurezza della nave stessa. Prescrive i requisiti di idoneità delle navi portarinfuse e dei terminali ai fini delle operazioni di carico e scarico delle rinfuse solide e gli obblighi di vigilanza e controllo in capo al comandante della nave e al rappresentante del terminale prima e dopo le operazioni di carico e scarico. Tra nave e terminale sono previste procedure di cooperazione, mentre l'Autorità Marittima può controllare e tutelare la sicurezza dell'equipaggio e della nave impedendo o interrompendo operazioni di carico e scarico di rinfuse solide per le quali aveva precedentemente emesso autorizzazione.
------------------	--	---

Tabella 12 - Disposizioni amministrative nazionali e regionali

<p>15 ottobre 2001</p>	<p>Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Titolo: Sicurezza della Navigazione Serie: Merci Pericolose n. 09</p>	<p>La circolare ha come oggetto il trasporto di zinco in pani nelle stive. Stabilisce la necessità di procedere a un controllo, preliminarmente all'apertura delle stive e alle operazioni di discarica, da parte del consulente chimico del porto, della presenza di eventuali gas tossici che si possono formare nelle stive contenenti zinco in pani. In tal caso, le Autorità locali dovranno prendere tutte le misure necessarie a tutelare l'incolumità pubblica e informare il Comando generale.</p>
<p>31 ottobre 2007</p>	<p>Decreto dirigenziale 1077[59] Aggiornamento delle norme di sicurezza per il trasporto marittimo alla rinfusa di carichi solidi, allegato al decreto del Ministro della Marina Mercantile 22 luglio 1991 e procedure amministrative per il rilascio dell'autorizzazione all'imbarco e trasporto marittimo e per il nulla osta allo sbarco dei carichi medesimi. (abrogato dal decreto dirigenziale 1340/2010[58])</p>	<p>Benché si tratti di norme di sicurezza per il trasporto marittimo, contiene aspetti utili per la valutazione dei carichi solidi alla rinfusa, identificando i rischi connessi. Per imbarcare o sbarcare carichi solidi alla rinfusa elencati nell'Appendice 1, è necessario presentare istanza all'autorità marittima del porto di imbarco o sbarco, onde ottenere autorizzazione all'imbarco o nulla osta allo sbarco. Alle operazioni di imbarco, sbarco e stivaggio presidia l'autorità marittima. Appendice 1 - Schede individuali per i carichi solidi alla rinfusa: Contiene un elenco delle merci comunemente trasportate alla rinfusa, insieme alle informazioni relative alle loro proprietà e indicazioni sulla loro movimentazione (carico, scarico, modalità di stivaggio). Appendice 8: Elenca i carichi noti per essere trasportati alla rinfusa e i gruppi di pericolo a cui tali carichi sono assegnati.</p>
<p>2 dicembre 2010</p>	<p>Circolare n. 24 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Titolo: Sicurezza della navigazione Serie: Merci pericolose n. 24/2010</p>	<p>Argomento: Entrata in vigore della Risoluzione MSC (<i>The Maritime Safety Committee</i>) 269 (85) – Annesso 2 – che disciplina il trasporto di merci pericolose in colli nonché il trasporto di carichi solidi alla rinfusa. Contiene una descrizione dei contenuti del decreto dirigenziale 1340/2010, per informare le Autorità marittime delle novità da esso apportate, nell'attesa della pubblicazione dello stesso sulla Gazzetta Ufficiale.</p>

Segue: **Tabella 12** - Disposizioni amministrative nazionali e regionali

<p>30 novembre 2010</p>	<p>Decreto dirigenziale 1340[58] Aggiornamento delle norme di sicurezza per il trasporto marittimo di carichi solidi alla rinfusa e delle procedure amministrative per il rilascio dell'autorizzazione all'imbarco e trasporto marittimo e per il nulla osta allo sbarco</p>	<p>Il decreto abroga e sostituisce il precedente decreto dirigenziale 1077/2007 e relativi allegati. Contiene le procedure amministrative relative al trasporto di carichi solidi alla rinfusa e le norme sulla sicurezza dei lavoratori nello stesso. Per ottenere l'autorizzazione all'imbarco o il nulla osta allo sbarco del carico è necessario presentare istanza all'autorità marittima. Nel caso di imbarco, trasporto o transito di merci pericolose, il Comandante della nave, prima della partenza, deve consegnare copia del manifesto speciale o del piano di carico previsti dalla Convenzione SOLAS all'autorità marittima e all'armatore della nave.</p> <p>Sulle operazioni di imbarco, stivaggio e sbarco dei carichi solidi alla rinfusa l'autorità marittima, ai fini della sicurezza della nave, stabilendone le modalità, in relazione ai carichi oggetto delle operazioni, tenendo conto delle condizioni locali e delle circostanze speciali.</p> <p>Pone in essere specifici richiami alla normativa nazionale e internazionale relativa alla sicurezza e alla salute dei lavoratori marittimi, con particolare riferimento all'informazione e all'istruzione cui devono essere sottoposti gli equipaggi nazionali.</p> <p>Allegato 1: Norme di sicurezza e procedure amministrative per il rilascio dell'autorizzazione all'imbarco e trasporto marittimo e per il nulla osta allo sbarco di carichi solidi alla rinfusa.</p> <p>L'Allegato 1 contiene 10 annessi che sostanzialmente ripropongono le certificazioni e le procedure amministrative per il rilascio delle autorizzazioni all'imbarco, allo sbarco e al trasporto unitamente alla relativa modulistica, già prevista dal precedente decreto 1077/2007, al fine di agevolare l'applicazione della normativa in questione da parte delle autorità marittime e degli operatori di settore.</p>
-------------------------	---	---

Segue: **Tabella 12** - Disposizioni amministrative nazionali e regionali

6 marzo 2008	Ordinanza n. 1/2008[63]	<p>Emessa dall'Autorità portuale di Ravenna, al fine di disciplinare operazioni e servizi portuali aventi a oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas, vapori tossici e/o infiammabili e di causare impoverimento di ossigeno nell'ambiente.</p> <p>L'ordinanza assoggetta le imprese autorizzate all'esercizio delle operazioni portuali a una disciplina dettagliata, predisposta per la tutela della sicurezza dei lavoratori, imponendo al datore di lavoro una serie di obblighi stringenti volti a conoscere caratteristiche, proprietà di pericolosità e dati di sicurezza di ciascun carico di rinfuse solide, al fine di poter predisporre tutte le cautele necessarie.</p> <p>Detti obblighi comprendono che un consulente chimico del porto effettui, prima dello svolgimento di ogni operazione, la misurazione delle concentrazioni dei gas e dei vapori rilasciati da ciascun carico di rinfuse solide e dell'ossigeno nei luoghi di lavoro; l'informazione e la formazione dei lavoratori incaricati allo svolgimento delle operazioni e servizi portuali sulle specifiche proprietà del carico, le relative procedure da seguire e le modalità di utilizzo di dispositivi di protezione individuale. Le misure previste e qualsiasi loro revisione devono essere comunicate all'autorità portuale prima dell'inizio delle operazioni. Il mancato rispetto dell'ordinanza implica responsabilità in sede civile e penale per i danni causati a persone o cose e perseguibilità in sede penale e/o amministrativa.</p> <p>Per eseguire le misurazioni di pericolosità delle merci alla rinfusa, il datore di lavoro può avvalersi del Codice IMDG., delle certificazioni rilasciate dai produttori, proprietari, importatori o agenzie di spedizione della merce per determinati prodotti e agenti chimici pericolosi, delle autorizzazioni d'imbarco o dei nulla-osta di sbarco rilasciati dall'Autorità marittima, di specifiche circolari emesse dai ministeri e dalle organizzazioni internazionali competenti, e della letteratura scientifica specializzata.</p>
--------------	-------------------------	---

Segue: **Tabella 12** - Disposizioni amministrative nazionali e regionali

27 maggio 2010	<p>Comitato per la Sicurezza ed igiene del lavoro portuale ex art. 7 d.lgs. 272/99 Indicazione degli elementi/criteri minimi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell'ambiente, di cui all'Ordinanza dell'Autorità Portuale n. 1/2008[61]</p>	<p>Il documento ha lo scopo di fornire gli elementi/criteri minimi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano a oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell'ambiente, di cui all'Ordinanza dell'Autorità Portuale N.1/2008</p>
20 dicembre 2007	<p>Prefettura di Ravenna Protocollo d'intesa per la pianificazione degli interventi sulla sicurezza del lavoro nel porto di Ravenna[3a]</p>	<p>Documenti, sottoscritti dai più importanti stakeholder del Porto, che si applicano alle operazioni e servizi portuali, al fine di accrescere complessivamente la cultura e la pratica della sicurezza delle imprese e dei lavoratori, attraverso tutte le opportune forme di coordinamento e attraverso modalità di continuo interscambio tra gli enti di controllo, le imprese, i lavoratori e le loro rappresentanze</p>
10 febbraio 2011	<p>Conferenza permanente sezioni territorio, ambiente e infrastrutture e sviluppo economico e attività produttive Aggiornamento del Protocollo d'Intesa per la pianificazione degli interventi sulla sicurezza del lavoro nel porto di Ravenna[3b]</p>	

6.1.2. Norme riguardanti gli ambienti confinati

Tabella 13 - Norme nazionali

<p>9 aprile 2008</p>	<p>Decreto legislativo n. 811 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro</p>	<p>Il decreto abroga e sostituisce il decreto legislativo n. 626 del 1994. In particolare, all'art. 3. - Campo di applicazione - definisce i rapporti tra quanto stabilito dal decreto stesso e altre normative inerenti settori specifici, tra cui quello delle operazioni in ambito portuale, di cui al d.lgs. 272/99, demandando all'emanazione di decreti specifici il necessario coordinamento tra le varie normative. Prevede l'obbligo di effettuare la valutazione dei rischi e di redigere il relativo documento. Agli artt. 66 (Lavori in ambienti sospetti di inquinamento), 121 (Presenza di gas negli scavi), e nell'allegato IV punto 3 (Requisiti dei luoghi di lavoro. Vasche, canalizzazioni, tubazioni, serbatoi, recipienti, silos) prescrive le misure da adottare quando lavoratori devono operare in ambienti quali vasche, pozzi, fogne, cunicoli ecc.</p>
<p>14 settembre 2011</p>	<p>Decreto del Presidente della Repubblica n. 177[7] Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, a norma dell'articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81</p>	<p>Il decreto disciplina il sistema di qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, nonché le procedure di sicurezza da seguire</p>

Tabella 14 - Disposizioni amministrative nazionali

9 dicembre 2010	<p>Circolare del Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali n. 42 Salute e sicurezza nei luoghi di lavoro; lavori in ambienti sospetti di inquinamento. Iniziative relative agli appalti aventi ad oggetto attività manutentive e di pulizia che espongono i lavoratori al rischio di asfissia o di intossicazione dovuta ad esalazione di sostanze tossiche o nocive.</p>	<p>Queste due circolari hanno come oggetto i lavori in ambienti sospetti di inquinamento, e in particolare le iniziative relative agli appalti e ai relativi controlli che riguardano le attività manutentive e di pulizia che espongono i lavoratori al rischio di asfissia o di intossicazione dovuta a esalazione di sostanze tossiche o nocive</p>
19 aprile 2011	<p>Circolare del Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali n. 42 Salute e sicurezza nei luoghi di lavoro; lavori in ambienti sospetti di inquinamento. Iniziative relative agli appalti aventi ad oggetto attività manutentive e di pulizia che espongono i lavoratori al rischio di asfissia o di intossicazione dovuta a esalazione di sostanze tossiche o nocive.</p>	

Tabella 15 - Indicazioni tecniche regionali

Aprile 2013	Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell'art. 3, comma 3, del d.p.r. 177/2011[5]	La pubblicazione, realizzata dal Sottogruppo Ambienti Confinati del Comitato 1 della Commissione Consultiva Permanente per la Salute e Sicurezza sul Lavoro, e approvata dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali con nota del 9/05/2012, fornisce soluzioni tecniche, organizzative e procedurali per i lavori da realizzare nelle diverse tipologie di ambienti sospetti di inquinamento o confinati.
17 giugno 2013	Indicazioni operative in materia di sicurezza ed igiene del lavoro negli ambienti confinati[12]	La pubblicazione è stata realizzata dal Gruppo di lavoro Ambienti Confinati Regione Emilia-Romagna, e ha l'obiettivo di fornire alle aziende e ai lavoratori una sintesi di indicazioni semplici e pratiche sulle procedure operative e sui mezzi necessari a lavorare in regime di massima sicurezza in tali ambienti.

6.2 Documento sui criteri minimi ex Comitato art. 7 d.lgs. 272/99 (cosiddetto documento CMVP)[61]



COMITATO PER LA SICUREZZA ED IGIENE DEL LAVORO PORTUALE EX ART.7 D.LGS.272/99

INDICAZIONE DEGLI ELEMENTI/CRITERI MINIMI DI VALUTAZIONE E PREVENZIONE NELLE OPERAZIONI IN STIVA CHE ABBIANO AD OGGETTO CARICHI SOLIDI ALLA RINFUSA SUSCETTIBILI DI EMETTERE GAS E/O VAPORI TOSSICI E/O INFIAMMABILI E/O IN GRADO DI CAUSARE IMPOVERIMENTO DEL CONTENUTO DI OSSIGENO NELL'AMBIENTE, DI CUI ALL'ORDINANZA DELL'AUTORITÀ PORTUALE N.1/2008.

Campo di applicazione

Il presente documento contiene indicazioni degli elementi minimi di valutazione e prevenzione relative, in particolare, all'attuazione dell'art. 25 D.Lgs. 272/99 ai fini di garantire l'adozione di adeguate misure di sicurezza nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno.

Il documento rappresenta quindi integrazione ed applicazione di quanto previsto dalle vigenti norme di legge (D.Lgs. 81/08, D.Lgs. 272/99, Ordinanza Autorità Portuale 1/2008) e pertanto non si sostituisce ad esse.

Il datore di lavoro valuta il riscontro di valori diversi da quelli definiti nel presente documento ai fini dell'adozione delle necessarie misure di sicurezza.

Premessa

Una stiva viene considerata agibile (ovviamente dal punto di vista dei fattori di rischio chimico) quando vengono costantemente rilevati i seguenti valori:

- O ₂ (ossigeno)	valori accettabili > di 19,5% e < di 23,5% ⁽¹⁾
- CO (monossido di carbonio)	valori accettabili < 25 ppm ⁽²⁾
- H ₂ S (acido solfidrico) se presente	valori accettabili < 10 ppm ⁽³⁾
- PH ₃ (fosfina) se presente	valori accettabili < 0,1 ppm ⁽⁴⁾

In caso di situazioni in cui si riscontrino valori diversi dai succitati, il rilascio dell'agibilità comporta l'attuazione delle misure integrative previste dal Chimico del Porto.

Ai fini della sola infiammabilità dell'atmosfera in stiva il valore accettabile del limite inferiore di esplosività è:

- LEL (livello inferiore di esplosività)	valori accettabili < 10%
--	--------------------------

Rilievi ambientali

1. Arrivo nave. Il primo campionamento ambientale deve essere effettuato dal Chimico del Porto, al quale spetta la comunicazione della prima agibilità mediante il rilascio di apposito certificato. Ai fini della presente linea guida, per prima agibilità si intende quella riferita all'accesso uomini in stiva.
2. Condizioni di inagibilità della stiva:
 - fino al primo rilievo eseguito dal Chimico del Porto;
 - in caso di dichiarazione di inagibilità del Chimico del Porto;
 - a seguito di controllo/monitoraggio ambientale effettuato dagli operatori del terminal (se previsto) anche nel caso in cui un solo valore di quelli rilevati risulti eccedente i limiti;
 - nel caso in cui anche uno solo dei rilevatori portatili entri in allarme per il superamento dei valori riportati in premessa.



COMITATO PER LA SICUREZZA ED IGIENE DEL LAVORO PORTUALE EX ART.7 D.LGS.272/99

Nei casi citati, adottare i seguenti criteri minimi vincolanti:

- interdire l'accesso in stiva a chiunque;
- fare evacuare il personale presente in stiva;
- chiamare il Chimico del Porto per ottenere l'agibilità (che sarà rinnovata se già precedentemente rilasciata)

3. Formazione del personale adibito al monitoraggio ambientale in stiva. Il personale del terminal adibito ai campionamenti ambientali, successivi al rilascio dell'agibilità da parte del Chimico del Porto, deve ricevere specifica formazione ed essere adeguatamente addestrato a tale scopo.

4. Sostanze monitorate e soglie.

- O ₂	valori accettabili > di 19,5% e < di 23,5% ⁽¹⁾
- CO	valori accettabili < 25 ppm ⁽²⁾
- H ₂ S se presente	valori accettabili < 10 ppm ⁽³⁾
- PH ₃ se presente	valori accettabili < 0,1 ppm ⁽⁴⁾

Ai fini della sola infiammabilità dell'atmosfera in stiva il valore accettabile del limite inferiore di esplosività è:

- LEL (livello inferiore di esplosività)	valori accettabili < 10%
--	--------------------------

5. Monitoraggio. Il monitoraggio ambientale deve comprendere una misurazione effettuata immediatamente prima dell'ingresso di personale in stiva.

Frequenza e modalità delle successive misure ambientali devono:

- scaturire da una valutazione del rischio chimico
- essere oggetto di una specifica procedura
- essere effettuate secondo le metodologie indicate dalle vigenti norme di legge e tecniche, in grado di conferire attendibilità alle misurazioni rispetto ai valori soglia di cui al punto 4, ivi compresa la necessità che i punti di misurazione siano rappresentativi per numero e distribuzione.

Tale monitoraggio ambientale può essere effettuato dal personale del terminal (come definito al punto 3) o dal Chimico del Porto, che comunque viene sempre chiamato in caso di superamento del valore di soglia di LEL. I risultati del monitoraggio devono essere considerati ai fini dell'adozione di misure preventive e protettive, ivi compresa l'eventuale evacuazione della stiva

6. Registrazione e comunicazione delle misurazioni del monitoraggio ambientale: i risultati delle misurazioni del monitoraggio ambientale devono essere registrati e messi a disposizione dei lavoratori tramite apposita modulistica.

Note:

1. Linee guida ISPESL per il rischio di esplosione nelle camere iperbariche
2. TLV-TWA ACGIH 2009 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)
3. TLV-TWA ACGIH 2009
4. VL (valore limite) per esposizioni a lungo termine in base alla Direttiva 2006/15/CE recepita dal Decreto 4 febbraio 2008 (GU n. 48 del 26 febbraio 2008) che ha integrato l'allegato VIII-ter del D.Lgs. 626/1994 e presente nell'allegato XXXVIII del D.Lgs 81/2008.



COMITATO PER LA SICUREZZA ED IGIENE DEL LAVORO PORTUALE EX ART.7 D.LGS.272/99

Rilievi in continuo in stiva

1. Sistema di rilevamento, sostanze monitorate e relative soglie.

Il sistema di rilevamento deve essere di tipo personale e tarato alle seguenti soglie di allarme:

- | | |
|---------------------------------|--|
| - O ₂ | valori accettabili > di 19,5% e < di 23,5% ⁽¹⁾ |
| - CO | valori accettabili < 75 ppm ⁽²⁾ |
| - PH ₃ (se presente) | valori accettabili < 0,3 ppm ⁽³⁾ (il rilevatore personale non è necessario qualora sia disposto dal Chimico del Porto l'impiego continuativo di maschera per la protezione delle vie respiratorie).
Tale valore deve intendersi come valore d'emergenza e non come valore igienistico.
I valori igienistici sono rappresentati dai valori limite di esposizione che, in base alla normativa vigente nel nostro Paese, per la fosfina, per esposizioni a lungo e breve termine, sono rispettivamente pari a 0,1 ppm e 0,2 ppm. ⁽⁴⁾
Il valore di 0,3 ppm si ritiene accettabile come valore d'emergenza: <ul style="list-style-type: none"> ▪ in relazione al fatto che valore di IDLH del NIOSH, per la fosfina è pari a 50 ppm ⁽⁵⁾ ▪ a condizione che il TLV-STEL o valore limite per brevi esposizioni sia rispettato. ⁽⁶⁾ |

2. Il sistema di rilevamento, di cui al punto 1, deve essere fornito in dotazione al conducente di ogni mezzo cingolato presente in stiva. In caso di assenza di mezzo cingolato, e quindi in presenza di eventuale altro mezzo meccanico e/o di soli lavoratori, il sistema di rilevamento deve essere indossato da un qualsiasi lavoratore presente in stiva. In particolare, in caso di entrata in stiva di più lavoratori, il sistema di rilevamento deve essere indossato dal primo operatore che scende in stiva il quale, in caso di uscita dalla stiva, lo passa in dotazione ad uno dei compagni che rimangono in stiva.

3. Deve essere prevista una procedura operativa specifica per l'utilizzo del sistema di rilevamento personale che comprenda anche istruzioni in merito ai comportamenti da attuare in caso di raggiungimento delle soglie di allarme su cui è tarato il sistema.
Tale procedura deve essere condivisa ed accettata formalmente dalla ditta che fornisce il personale per le operazioni in stiva.

Note:

1. Linee guida ISPESL per il rischio di esplosione nelle camere iperbariche.
2. Tale valore rappresenta la concentrazione in cui viene prevista la sospensione delle operazioni e l'allontanamento delle persone nelle operazioni di imbarco/sbarco sulle navi traghetto ai sensi dell' art. 36 D.Lgs. 272/99.
3. TLV-TWA ACGIH 2009
4. VL (valore limite) in base alla Direttiva 2006/15/CE recepita dal Decreto 4 febbraio 2008 (GU n. 48 del 26 febbraio 2008) che ha integrato l'allegato VIII-ter del D.Lgs. 626/1994 e presente nell'allegato XXXV/III del D.Lgs. 81/2008.
5. IDLH - Immediately Dangerous to Life or Health (Pericolo immediato per la vita o la salute) - Si tratta di un livello di concentrazione considerato immediatamente pericoloso per la vita o la salute in base alla definizione del NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health - USA).
Il livello di concentrazione IDLH viene definito come una minaccia di esposizione a contaminanti per via respiratoria che possono determinare la morte o effetti immediati o ritardati irreversibili sulla salute o impedire la fuga dall'ambiente in tal modo contaminato.
Questo valore rappresenta la concentrazione massima da cui un lavoratore deve allontanarsi entro 30 minuti prima di manifestare sintomi in grado di impedirne la fuga o effetti irreversibili sulla salute.
6. TLV-STEL (Short Time Exposure Limit) - Esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti, che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa, anche se la media ponderata su 8 ore è inferiore al TLV. Tali esposizioni non devono superare i 15 minuti, non essere più di 4 in una giornata e tra due esposizioni successive devono intercorrere almeno 60 minuti.

6.3 Aggiornamento sulla fosfina del documento sui criteri minimi ex Comitato art. 7 d.lgs. 272/99[64]



AGGIORNAMENTO E INTEGRAZIONI DEL DOCUMENTO: "INDICAZIONE DEGLI ELEMENTI/CRITERI MINIMI DI VALUTAZIONE E PREVENZIONE NELLE OPERAZIONI IN STIVA CHE ABBIANO AD OGGETTO CARICHI SOLIDI ALLA RINFUSA SUSCETTIBILI DI EMETTERE GAS E/O VAPORI TOSSICI E/O INFIAMMABILI E/O IN GRADO DI CAUSARE IMPOVERIMENTO DEL CONTENUTO DI OSSIGENO NELL'AMBIENTE, DI CUI ALL'ORDINANZA DELL'AUTORITÀ PORTUALE N.1/2008".

Campo di applicazione

Il presente documento contiene indicazioni degli elementi minimi di valutazione e prevenzione relative, in particolare, all'attuazione dell'art. 25 D.Lgs. 272/99 ai fini di garantire l'adozione di adeguate misure di sicurezza nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno.

Il documento rappresenta quindi integrazione ed applicazione di quanto previsto dalle vigenti norme di legge (D.Lgs. 81/08, D.Lgs. 272/99, Ordinanza Autorità Portuale 1/2008) e pertanto non si sostituisce ad esse.

Il datore di lavoro valuta il riscontro di valori diversi da quelli definiti nel presente documento ai fini dell'adozione delle necessarie misure di sicurezza.

Premessa

Una stiva viene considerata agibile (ovviamente dal punto di vista dei fattori di rischio chimico)

quando vengono costantemente rilevati i seguenti valori:

- O ₂ (ossigeno)	valori accettabili > di 19,5% e < di 23,5% (1)
- CO (monossido di carbonio)	valori accettabili < 25 ppm (2)
- H ₂ S (acido solfidrico) se presente	valori accettabili < 1 ppm (3)
- PH ₃ (fosfina) se presente	valori accettabili < 0,1 ppm (4)

In caso di situazioni in cui si riscontrino valori diversi dai succitati, il rilascio dell'agibilità comporta l'attuazione delle misure integrative previste dal Chimico del Porto.

Ai fini della sola infiammabilità dell'atmosfera in stiva il valore accettabile del limite inferiore di esplosività è:

- LEL (livello inferiore di esplosività)	valori accettabili < 10%
--	--------------------------

Rilievi ambientali

1. Arrivo nave

Il primo campionamento ambientale deve essere effettuato dal Chimico del Porto, al quale spetta la comunicazione della prima agibilità mediante il rilascio di apposito certificato. Ai fini della presente linea guida, per prima agibilità si intende quella riferita all'accesso uomini in stiva.



2. Condizioni di inagibilità della stiva:

- fino al primo rilievo eseguito dal Chimico del Porto;
- in caso di dichiarazione di inagibilità del Chimico del Porto;
- a seguito di controllo/monitoraggio ambientale effettuato dagli operatori del terminal (se previsto) anche nel caso in cui un solo valore di quelli rilevati risulti eccedente i limiti;
- nel caso in cui anche uno solo dei rilevatori portatili entri in allarme per il superamento dei valori riportati in premessa.

Nei casi citati, adottare i seguenti criteri minimi vincolanti:

- interdire l'accesso in stiva a chiunque;
- fare evacuare il personale presente in stiva;
- chiamare il Chimico del Porto per ottenere l'agibilità (che sarà rinnovata se già precedentemente rilasciata)

3. Formazione del personale adibito al monitoraggio ambientale in stiva:

Il personale del terminal adibito ai campionamenti ambientali, successivi al rilascio dell'agibilità da parte del Chimico del Porto, deve ricevere specifica formazione ed essere adeguatamente addestrato a tale scopo.

4. Sostanze monitorate e soglie

- | | |
|--------------------|--|
| - O ₂ | valori accettabili > di 19,5% e < di 23,5% (1) |
| - CO | valori accettabili < 25 ppm (2) |
| - H ₂ S | se presente valori accettabili < 1 ppm (3) |
| - PH ₃ | se presente valori accettabili < 0,1 ppm (4) |

Al fini della sola infiammabilità dell'atmosfera in stiva il valore accettabile del limite inferiore di esplosività è:

- | | |
|--|--------------------------|
| - LEL (livello inferiore di esplosività) | valori accettabili < 10% |
|--|--------------------------|

5. Monitoraggio

Il monitoraggio ambientale deve comprendere una misurazione effettuata immediatamente prima dell'ingresso di personale in stiva. Frequenza e modalità delle successive misure ambientali devono:

- scaturire da una valutazione del rischio chimico
- essere oggetto di una specifica procedura
- essere effettuate secondo le metodologie indicate dalle vigenti norme di legge e tecniche, in grado di conferire attendibilità alle misurazioni rispetto ai valori soglia di cui al punto 4, ivi compresa la necessità che i punti di misurazione siano rappresentativi per numero e distribuzione.



Tale monitoraggio ambientale può essere effettuato dal personale del terminal (come definito al punto 3) o dal Chimico del Porto, che comunque viene sempre chiamato in caso di superamento del valore di soglia di LEL. I risultati del monitoraggio devono essere considerati ai fini dell'adozione di misure preventive e protettive, ivi compresa l'eventuale evacuazione della stiva.

6. Registrazione e comunicazione delle misurazioni del monitoraggio ambientale

I risultati delle misurazioni del monitoraggio ambientale devono essere registrati e messi a disposizione dei lavoratori tramite apposita modulistica.

Rilevi in continuo in stiva

1. Sistema di rilevamento, sostanze monitorate e relative soglie

Il sistema di rilevamento deve essere di tipo personale e tarato alle seguenti soglie di allarme:

- O₂ valori accettabili > di 19,5% e < di 23,5% (1)
 - CO valori accettabili < 25 ppm (2)
 - PH₃ se presente valori accettabili < 0,1 ppm (4)
- (Il rilevatore personale non è necessario qualora sia disposto dal Chimico del Porto l'impiego continuativo di maschera per la protezione delle vie respiratorie con filtro specifico per la PH₃. Tale valore deve intendersi come valore d'emergenza e non come valore igienistico. I valori igienistici sono rappresentati dai valori limite di esposizione che, in base alla normativa vigente nel nostro Paese, per esposizioni a fosfina a lungo e breve termine, sono rispettivamente pari a 0,1 ppm e 0,2 ppm (4). Il valore di 0,3 ppm si ritiene accettabile come valore d'emergenza:
- in relazione al fatto che valore di IDLH del NIOSH per la fosfina è pari a 50 ppm (5)
 - a condizione che il TLV-STEL o valore limite per brevi esposizioni sia rispettato (0,2 ppm) (6)

Per l'H₂S non è necessario il rilevamento in continuo in quanto, nelle merci in grani, durante lo svuotamento della stiva, non si riscontrano formazioni di sacche di vapori di acido.

2. Il sistema di rilevamento, di cui al punto 1, deve essere fornito in dotazione al conducente di ogni mezzo cingolato presente in stiva. In caso di assenza di mezzo cingolato, e quindi in presenza di eventuale altro mezzo meccanico e/o di soli lavoratori, il sistema di rilevamento deve essere indossato da un qualsiasi lavoratore presente in stiva. In particolare, in caso di entrata in stiva di più lavoratori, il sistema di rilevamento deve essere indossato dal primo operatore che scende in stiva il quale, in caso di uscita dalla stiva, lo passa in dotazione ad uno dei compagni che rimangono in stiva.

3. Deve essere prevista una procedura operativa specifica per l'utilizzo del



sistema di rilevamento personale che comprenda anche istruzioni in merito ai comportamenti da attuare in caso di raggiungimento delle soglie di allarme su cui è tarato il sistema. Tale procedura deve essere condivisa ed accettata formalmente dalla ditta che fornisce il personale per le operazioni in stiva.

Note:

1. Linee guida ISPESL per il rischio di esplosione nelle camere iperbariche.
2. Tale valore rappresenta la concentrazione in cui viene prevista la sospensione delle operazioni e l'allontanamento delle persone nelle operazioni di imbarco/sbarco sulle navi traghetto ai sensi dell' art. 36 D.Lgs. 272/99.
3. TLV-TWA ACGIH 2012 (TLV-STEL: 5 ppm)
4. VL (valore limite) in base alla Direttiva 2006/15/CE recepita dal Decreto 4 febbraio 2008 (GU n. 48 del 26 febbraio 2008) che ha integrato l'allegato VIII-ter del D.Lgs. 626/1994 e presente nell'allegato XXXVIII del D.Lgs. 81/2008.
5. IDLH - Immediately Dangerous to Life or Health (Pericolo immediato per la vita o la salute) - Si tratta di un livello di concentrazione considerato immediatamente pericoloso per la vita o la salute in base alla definizione del NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health - USA).
Il livello di concentrazione IDLH viene definito come una minaccia di esposizione a contaminanti per via respiratoria che possono determinare la morte o effetti immediati o ritardati irreversibili sulla salute o impedire la fuga dall'ambiente in tal modo contaminato. Questo valore rappresenta la concentrazione massima da cui un lavoratore deve allontanarsi entro 30 minuti prima di manifestare sintomi in grado di impedirne la fuga o effetti irreversibili sulla salute.
6. TLV-STEL (Short Time Exposure Limit) - Esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti, che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa, anche se la media ponderata su 8 ore è inferiore al TLV. Tali esposizioni non devono superare i 15 minuti, non essere più di 4 in una giornata e tra due esposizioni successive devono intercorrere almeno 60 minuti.

Sede Legale: Via Zamboni, 33 | 40125 Bologna

Sede Operativa: Via Belle Arti, 42, 40126 Bologna | Tel +39 051 2091350 | Fax +39 051 2091957

segreteria@fondazionealmamater.it | Partita IVA 01939491203 | Codice Fiscale 92049880377



ALLEGATO

Utilizzo di DPI in ambienti sospetti di inquinamento da fosfina

Valori limite per la fosfina

	TWA 8 ore	STEL
D.Lgs. 81/08 (Allegato XXXVIII)	0,1 ppm	0,2 ppm
ACGIH	0,3 ppm	1 ppm
NIOSH	0,3 ppm	1 ppm
OSHA	0,3 ppm	-

IDLH attuale (NIOSH): 50 ppm

Nel documento "Indicazione degli elementi/criteri minimi..." (2010) si è adottato come valore di emergenza 0,3 ppm, in considerazione del fatto che l'IDLH del NIOSH è pari a 50 ppm e che i VL adottati nel nostro paese sono pari a 0,1 ppm (TWA) e 0,2 ppm (STEL).

Attualmente le procedure operative adottate nei terminal, in base alla concentrazione di fosfina misurata all'apertura delle stive, indicano che:

- se $C_{PH_3} < 0,1$ ppm è possibile discesa in stiva senza DPI ma con rilevatori portatili*
- se $0,1 < C_{PH_3} < 1$ ppm è possibile discesa in stiva con DPI (maschera con filtro)
- se $C_{PH_3} > 1$ ppm non è consentita discesa in stiva

*In caso di rilevamento di $C_{PH_3} \geq 0,3$ ppm è previsto allontanamento immediato

Scelta del filtro:

La fosfina è un acido inorganico e può quindi rientrare, per analogia, nel gruppo dei composti "Gas e vapori inorganici", quindi in linea di massima si considerano idonei alla protezione i filtri di tipo B (Norma EN 14387), anche se molti fabbricanti indicano in nota che il NIOSH consiglia l'utilizzo di autorespiratori.

Per i filtri di tipo ABEK1 non sono state pubblicate prove specifiche sulla fosfina e non sono stati indicati concentrazione e tempi massimi di utilizzo.

Solo recentemente è stato pubblicato da un produttore un bollettino tecnico (Bollettino tecnico 3M #212/A, Dicembre 2013) dove si presentano i risultati di prove effettuate su un filtro specifico (tipo A1HgP3) utilizzando concentrazioni di PH3 simili o molto superiori a quelle di potenziale utilizzo. La durata in uso è stata stimata essere di almeno 40 ore per concentrazioni di PH3 fino a 60 ppm e con un ritmo respiratorio normale.



In realtà NIOSH raccomanda come dispositivi di protezione delle vie respiratorie:

Fino a 3 ppm → autorespiratore (SA)

Fino a 7,5 ppm → autorespiratore che opera a flusso continuo (SA:CF)

Fino a 15 ppm → autorespiratore, respiratore a pieno facciale (maschera a gas) con mento

Fino a 50 ppm → autorespiratore che opera con erogazione a domanda o pressione positiva

Secondo la UNI EN 529:2006 (appendice D, punto D.2.1. Insufficienza di ossigeno):

“Dove la valutazione del rischio (vedere punto 6) indica la possibilità o la probabilità di insufficienza di ossigeno secondo le regolamentazioni nazionali, si dovrebbe presumere che i dispositivi filtranti non sono idonei. Essi non sono in grado di fornire ossigeno o di arricchire l'atmosfera (...)I seguenti dispositivi non sono idonei per lavorare e fuggire in atmosfere con insufficiente ossigeno: tutti i dispositivi filtranti, per esempio, facciali filtranti, maschere (semimaschere e maschere intere) dotati di filtri o i dispositivi filtranti assistiti”
Le stive possono essere considerate ambienti con sospetto di inquinamento e possibile deplezione di ossigeno.

Utilizzando filtri specifici e monitorando in continuo i livelli di fosfina, di ossigeno, e di monossido di carbonio è ragionevole considerare di utilizzare dispositivi filtranti (idonei e validati), secondo le indicazioni previste dal documento CMVP.

6.4 Aggiornamento sull'arsina del documento sui criteri minimi ex Comitato art. 7 d.lgs. 272/9965



ELEMENTI DI VALUTAZIONE E PREVENZIONE NELLE OPERAZIONI IN STIVA CHE ABBIANO AD OGGETTO CARICHI SOLIDI ALLA RINFUSA SUSCETTIBILI DI EMETTERE ARSINA, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA SCELTA E ALL'USO DEI DPI

PREMESSA

Il presente documento contiene indicazioni utili per la valutazione e la prevenzione relative alle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere arsina (in attuazione dell'art. 25 D.Lgs. 272/99).

Il datore di lavoro, sulla base delle proprie conoscenze e della valutazione del rischio, valuta le indicazioni contenute nel presente documento ai fini dell'adozione delle necessarie misure di sicurezza.

Merci suscettibili di emettere arsina:

- ferroleghie (ferro silicio; silicomanganese con contenuto di Si $\geq 25\%$)
- pani di zinco ¹⁾

Caratteristiche generali dell'arsina

Aspetto: gas incolore

Formula Molecolare: AsH_3

Massa molecolare: 77.95 g/mol

Odore: caratteristico di aglio

Soglia olfattiva (EPA Guidelines): 0.5 - 1 ppm

LEL: 5.1% (10% LEL, 5,100 ppm)

**Valori di riferimento:**

Ente	TLV-TWA (8 ore)	Ceiling (15 min)
ACGIH (2012)	0.005 ppm 0.02 mg/m ³	
NIOSH REL (2009)		0.0006 ppm 0.002 mg/m ³
OSHA PEL	0.05 ppm 0.2 mg/m ³	

TOSSICITA'

"L'arsina è un agente estremamente tossico e un potente emolitico che porta sostanzialmente a morte causata da insufficienza renale. Numerosi case report sono disponibili ma questi mancano di dati di esposizione quantitativi certi. I report, tuttavia, confermano l'estrema tossicità dell'arsina e il periodo di latenza degli effetti tossici nell'uomo. I dati relativi a esposizione-risposta derivanti dagli studi sugli animali sono stati usati per ricavare i valori di AEGL (Acute Exposure Guideline Levels)⁸ per l'arsina. Gli AEGLs ottenuti con dati sugli animali che hanno dati di esposizione completi sono scientificamente più affidabili rispetto agli AEGLs stimati da dati sull'uomo limitati e aneddotici. La maggior cautela offerta dai dati sugli animali è giustificata da incompleti e spesso equivoci dati di esposizione sull'uomo, dalla documentata estrema tossicità dell'arsina e dalla nota latenza che coinvolge la mortalità indotta dall'arsina (..)".

"I dati disponibili sull'uomo e sugli animali affermano che esiste un margine molto ridotto tra i valori di esposizione che non producono segni o sintomi di tossicità e quelli che risultano letali (..). Il meccanismo di tossicità dell'arsina (emolisi che porta a insufficienza renale e morte) e il fatto che la tossicità nell'uomo e negli animali è stata osservata a concentrazioni pari o inferiori alla soglia olfattiva (0,5 ppm) supportano altresì questa conclusione (..) [Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals - EPA, 2000].

Dati di tossicità:

- IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health): 3 ppm (NIOSH)
- Comparsa di sintomi in poche ore per esposizioni a 3 - 10 ppm (US EPA, 1982)
- Esposizione a 250 ppm è letale istantaneamente (NIOSH, 1989)
- 30 min di esposizione a 25 - 50 ppm è considerata letale (Blackwell & Robbins, 1979)



- Il National Research Council [NRC 1984] propone valori di esposizione a breve termine (Emergency Exposure Guidance Levels (EEGLs)):
 - 1 ora EEGL: 1.0 ppm
 - 24 ore EEGL: 0.1 ppm
- Valori AEGL proposti dall'EPA:

Arsina (ppm)					
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	NR	NR	NR	NR	NR
AEGL 2	0.30	0.21	0.17	0.040	0.020
AEGL 3	0.91	0.63	0.50	0.13	0.060

Dati di Cancerogenicità:

- nel 2004 la IARC ha classificato l'arsenico e i composti inorganici dell'arsenico in Gruppo 1 (cancerogeno certo per l'uomo)
- NIOSH: Potenziale cancerogeno; inoltre classifica i composti inorganici dell'arsenico come cancerogeni
- EPA and NTP non classificano l'arsina come cancerogeno
- IPCS, 2001°: "Non sono riportate evidenze di effetto cancerogeno nell'uomo per la sola arsina. L'esposizione a composti volatili dell'arsenico induce cancro ai polmoni di tipo dose-dipendente. Un aumento significativo del rischio di cancro ai polmoni è stato osservato a seguito di una esposizione cumulativa di 75 mg/m³ per anno, corrispondente, per esempio, ad una esposizione per 15 anni a una concentrazione media ambientale di arsenico pari a 50 µg/m³."

RILIEVI AMBIENTALI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Come previsto dall'art. 28 del D.Lgs. 272/99, il Datore di Lavoro qualora il carico sia suscettibile di emettere gas tossici o infiammabili o di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell'ambiente deve provvedere, tramite un consulente chimico di porto, alla misurazione della concentrazione di gas e di ossigeno nell'aria e all'adozione, sulla base dei risultati delle analisi, delle opportune misure di sicurezza, comunicandole all'Autorità che può disporre controlli.



Monitoraggio ambientale

La determinazione ambientale della concentrazione di gas tossici può essere effettuato con sistemi di rilevazione a lettura diretta istantanea o in continuo.

I sistemi a lettura diretta permettono misurazioni istantanee con un limite di rivelazione circa 10 volte superiore rispetto ai valori limite proposti. (range di lettura circa 0.05 - 3 ppm) e non sono utilizzabili per il monitoraggio in continuo in stiva durante lo svolgimento delle attività da parte dei lavoratori.

Anche i dispositivi per la lettura diretta in continuo hanno generalmente poca sensibilità (limiti di rivelazione al di sopra dei TLV) e non riescono quindi ad essere tarati con soglie di allarme di sicurezza.

La discesa in stiva è possibile quindi solo indossando adeguati dispositivi di protezione personale o collettiva.

Allo stato attuale non sono presenti in commercio filtri specifici validati per l'arsina e per i quali i costruttori possano indicare un limite massimo di utilizzo, sia per quanto riguarda la durata che la concentrazione.

Inoltre, secondo la Norma UNI EN 529:2006, qualora la valutazione del rischio indichi la possibilità o la probabilità di insufficienza di ossigeno nell'ambiente di lavoro, si dovrebbe presumere che i dispositivi filtranti non siano idonei per proteggere dalla presenza di eventuali gas tossici. Anche il NIOSH, nella Pocket Guide to Chemical Hazard (2006), indica come protezione delle vie respiratorie per l'arsina il respiratore autonomo a circuito chiuso (SCBA), escludendo l'uso di dispositivi filtranti.

Per questi motivi, nel caso in cui non si abbia a disposizione un sistema di rilevamento in continuo in stiva specifico e sensibile per monitorare un eventuale superamento del TLV, quando sono presenti carichi suscettibili di emettere arsina la scelta dei DPI dovrebbe ricadere su sistemi di respirazione assistita, salvo adozione di diverse misure di protezione collettiva.



Note

^[1] vedi CIRCOLARE 15 Ottobre 2001 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Titolo: "Sicurezza della Navigazione", Serie: "Merci Pericolose n. 09". Oggetto: "Trasporto marittimo di zinco in pani, in stive")

^[2] Il concetto di "Acute Exposure Guideline Level" è stato sviluppato a partire dagli anni '80 in seguito al grave incidente di Bhopal (India, 1984) su iniziativa della US EPA, sulla base di una approfondita revisione di dati di tossicità umana ed animale (<http://www.epa.gov/oppt/aeagl/>).

L' AEGL è progettato per garantire la protezione del più ampio gruppo di persone, compresi gli individui più sensibili (ovvero bambini, anziani, soggetti affetti da patologie croniche), da un'esposizione singola e di breve durata. Sono definiti tre livelli di concentrazione per cinque periodi di esposizione (10 minuti, 30 minuti, 1 ora, 4 ore, 8 ore), di seguito definiti.

AEGL- 1: è la concentrazione aerea, espressa in parti per milione, o milligrammi per metro cubo di una sostanza, al di sopra della quale si prevede che la popolazione generale, inclusi gli individui sensibili, possa provare un notevole malessere, irritazione o alcuni inspiegabili effetti asintomatici. Gli effetti sono comunque non disabilitanti e sono transitori e reversibili dopo la cessazione dell'esposizione.

AEGL- 2: : è la concentrazione aerea (espressa in ppm o mg/m³) di una sostanza al di sopra della quale si prevede che la popolazione generale, inclusi gli individui più sensibili, possa subire effetti irreversibili o dannosi nel lungo periodo per la propria salute, o che incontri ridotte capacità di fuga.

AEGL- 3: è la concentrazione aerea (espressa in ppm o mg/m³) di una sostanza al di sopra della quale si prevede che la popolazione generale, inclusi gli individui più sensibili, possa subire effetti letali o essere in pericolo di vita.

7. Riferimenti bibliografici e note

- [1] Decreto legislativo n. 81 del 9 aprile **2008**, *“Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*.
- [2] P. Ravviso, *“La sicurezza in ambito portuale alla luce della recente normativa, La realtà del Porto di Ravenna”*, Università di Bologna, Facoltà di Giurisprudenza, Master universitario di I livello in Sicurezza e prevenzione nell’ambiente di lavoro, **2010**.
- [3] a) Conferenza permanente sezioni Territorio, Ambiente e Infrastrutture e sviluppo economico e attività produttive, 20 dicembre 2007, *“Protocollo d’intesa per la pianificazione degli interventi sulla sicurezza del lavoro nel Porto di Ravenna”*; b) Conferenza permanente sezioni Territorio, Ambiente e Infrastrutture e sviluppo economico e attività produttive, 10 febbraio 2011, *“Aggiornamento del Protocollo d’intesa per la pianificazione degli interventi sulla sicurezza del lavoro nel Porto di Ravenna”*; c) Autorità Portuale di Ravenna, INAIL Sede Provinciale di Ravenna e Fondazione Alma Mater, 27 gennaio 2012, *“Accordo di collaborazione, per il finanziamento di attività di ricerca in materia di salute e sicurezza dei lavoratori nel porto di Ravenna”*; d) Fondazione Alma Mater, 2 luglio 2012, *“Studio e implementazione di un modello di valutazione del rischio chimico correlato alle merci movimentate in ambito portuale (e relative misure di prevenzione) con particolare riferimento agli ambienti confinati”*.
- [4] a) L. Argenti, A. Barbieri, F. Graziosi, G. Mancini, R. Migani, S. Olanda, G. Pignataro, P. Ravviso, L. Sabatini, E. Severi, F. S. Violante, *“Progetto di studio ed implementazione di un modello di valutazione del rischio chimico correlato alle merci movimentate nell’ambito portuale di Ravenna con particolare riferimento alle stive ed alle operazioni di sbarco”*, It. J. Occup. Environm. Hyg. **2013**, 4 (3), pp. 130-135; b) L. Argenti, *“Spazi «confinati» a bordo delle navi e rischio chimico per gli operatori portuali”*, Giornate del golfo, II edizione, *“Dal mare alla banchina: tutela dei lavoratori e prevenzione dei rischi derivanti dall’interfaccia nave-porto”*, 22 e 22 aprile **2015**; atti, pp. 49-55; pubblicata anche nella Rivista degli infortuni e delle malattie professionali, **2015**, fascicolo 2, pp. 286-301; c) L. Argenti, A. Barbieri, F. Graziosi, G. Mancini, R. Migani, S. Olanda, G. Pignataro, P. Ravviso, L. Sabatini, E. Severi, F. S. Violante,

- “Realizzazione di un modello di valutazione del rischio chimico correlato alle merci movimentate nell’ambito portuale di Ravenna, con particolare riferimento alle stive ed alle operazioni di sbarco”,* It. J. Occup. Environm. Hyg. **2016**, 7 (1), pp. 22-30.
- [5] Commissione Consultiva Permanente per la Salute e Sicurezza sul Lavoro, Sottogruppo Ambienti Confinati del Comitato 1, **2013**, *“Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati ai sensi dell’art. 3 comma 3 del dpr 177/2011”*.
- [6] Ispesl (ora Inail), Dipartimento Processi Organizzativi, Guida operativa: *“Rischi specifici nell’accesso a silos, vasche e fosse biologiche, collettori fognari, depuratori e serbatoi utilizzati per lo stoccaggio e il trasporto di sostanze pericolose, Art. 66 del d.lgs. 9 aprile 2008 n. 81: Lavori in ambienti sospetti di inquinamento”*, Supplemento di Prevenzione Oggi numero 2, **2008**.
- [7] Decreto del Presidente della Repubblica n. 177 del 14 settembre 2011, *“Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti, a norma dell’articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81”*.
- [8] Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, Direzione generale per l’Attività Ispettiva, Circolare n. 13 del 19 aprile 2011, *“Salute e sicurezza nei luoghi di lavoro; lavori in ambienti sospetti inquinamento. Iniziative relative agli appalti aventi ad oggetto attività manutentive e di pulizia che espongono i lavoratori al rischio di asfissia o di intossicazione dovuta ad esalazione di sostanze tossiche o nocive”*.
- [9] Interpello n. 10/2015, ministero del lavoro e delle Politiche Sociali, Commissione per gli Interpelli, Roma, 2/11/2015, prot. 37 / 0018526 / MA007.A001.1471, oggetto: *“art. 12, d.lgs. n. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni - risposta relativa all’applicazione del d.p.r. 177/2011 - ambienti sospetti di inquinamento o confinati - al d.lgs. n. 272/1999”*.
- [10] Decreto legislativo n. 272 del 27 luglio 1999, *“Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori nell’espletamento di operazioni e servizi portuali, nonché di operazioni di manutenzione, riparazione e trasformazione delle navi in ambito portuale, a norma della legge 31 dicembre 1998, n. 485”*.
- [11] *“Uso eccezionale di attrezzature di sollevamento materiali, modalità operative per l’accesso degli operatori alla stiva delle navi”*, Inail 2017, Collana Salute e sicurezza.
- [12] Gruppo di lavoro “Ambienti Confinati” Regione Emilia-Romagna, *“Indicazioni operative in materia di sicurezza ed igiene del lavoro negli ambienti confinati”*, 17 giugno **2013**.
- [13] Regione del Veneto, *“Salute e sicurezza nel trasporto e nella movimentazione delle*

- merci”, Progetto Regionale “Settore trasporti. Prevenzione degli infortuni nelle operazioni di carico e scarico e nella viabilità interno ai luoghi di lavoro 2003-2008”, disponibile in pdf sul sito Internet: <http://www.ulss12.ve.it/docs/file/spisal/trasporti/PubblicazioneTrasporti-WORD%2097-2003.pdf>.
- [14] Health and Safety Executive, “*Safe work in confined spaces*”, INDG258, 09/11.
- [15] L. Ros, A. Brocco, C. Piz, F. Zanin, “*La valutazione e la prevenzione del rischio chimico negli ambienti confinati: un caso storico di rischio chimico per la sicurezza*”, RisCh 2011, Le nuove valutazioni del rischio da agenti chimici pericolosi e dell’esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni, Modena, 22 settembre **2011**, atti, pp. 275-305.
- [16] A. Barbieri, S. Sabatini, F. Graziosi, G. Mancini, F.S. Violante, “*I rischi per la salute e la sicurezza nel lavoro portuale: revisione narrativa della letteratura*” (*Occupational safety and health risks in dock work: a narrative literature review*), Med. Lav. **2014**, 105 (6), pp. 413-434.
- [17] G. Wong, T. Greenhalgh, G. Westhorp, J. Buckingham, R. Pawson, “*RAMESES publication standards: meta-narrative reviews*”, B.M.C. Med. **2013**, pp. 11-20.
- [18] H. Halme, “*Accident Prevention in Stevedoring - A New Approach*”, pp. 147-152 in: *Advances in Industrial Ergonomics and Safety IV*, **1992**, S. Kumar, Editor, Taylor and Francis, London.
- [19] M. H. Noweir, A. Al-Moreb, M. H. Ikhwan, “*Analytical study of the safety records of a leading seaport in the GCC*”, J. Egypt Public Health Assoc. **1993**, 68 (3-4), pp. 383-404.
- [20] N. Alonso Blasi, M. J. Rodríguez Ares, “*Occupational accidents in the stevedores sector of the Cadiz bay port. 1995-2002*”, Medicina Marítima **2003**, 3, pp. 125-135.
- [21] S. E. Roberts, P. B. Marlow, “*Traumatic work related mortality among seafarers employed in British merchant shipping, 1976-2002*”, Occup. Environ. Med. **2005**, 62 (3), pp. 172-180.
- [22] B. Fabiano, F. Currò, A.P. Reverberi, R. Pastorino, “*2010. Port safety and the container revolution: A statistical study on human factor and occupational accidents over the long period*” Safety Sci. **2010**, 48 (8), pp. 980-90.
- [23] C. Robaina, T. J. Partanen, I. Avila, “*A program for the reduction of occupational injuries and changes in safety culture among stevedores at Port of Havana, Cuba*”, Int. J. Occup. Environ. Health **2010**, 16 (3), pp. 312-319.
- [24] R. Puntoni, M. Ceppi, C. Casella, D. Ugolini, V. Gennaro, M. Puntoni, M. Vercelli, D. Merlo, “*Increased incidence of cutaneous malignant melanoma among long-shoremen in Genoa, Italy: the role of sunlight and occupational exposure*”, Occup. Environ. Med. **2005**, 62 (4), pp. 270-271.

- [25] V. M. Trbojevic, B. J. Carr, *"Risk based methodology for safety improvements in ports"*, J. Hazard. Mater. **2000**, 71 (1-3), pp. 467-480.
- [26] F. Gauthier, L. Giraud, S. Bournival, R. Bourbonnière, J.G. Richard, R. Daigle, S. Massé, *"Development of a loading dock safety evaluation tool"* J. Safety Res. **2007**, 38 (1), pp. 35-51.
- [27] A. Ronza A, L. Lázaro-Touza, S. Carol, J. Casal, *"Economic valuation of damages originated by major accidents in port areas"*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries **2009**, 5, pp. 639-648.
- [28] K.C. Shang, W.J. Tseng, *"A risk analysis of stevedoring operations in seaport container terminals"*, Journal of Marine Science and Technology **2010**, 18, pp. 201-210.
- [29] D. Egidi, F. Foraboschi, G. Spadoni, A. Amendola, *"The ARIPAR project analysis of the major accident risks connected with industrial and transportation activities in the Ravenna area"*, Reliability Engineering & System Safety **1995**, 49 (1), pp. 75-89.
- [30] P.G. Rao e K. V. Raghavan, *"Hazard and risk potential of chemical handling at ports"*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries **1996**, 9 (3), pp. 199-204.
- [31] M.D. Christou, *"Analysis and control of major accidents from the intermediate temporary storage of dangerous substances in marshalling yards and port areas"*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries **1999**, 1, pp. 109-119.
- [32] A. Ronza, S. Félez, R.M. Darbra, S. Carol, J.A. Vilchez, J. Casal, *"Predicting the frequency of accidents in port areas by developing event trees from historical analysis"*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries **2003**, 16 (6), pp. 551-560.
- [33] R.M. Rosa-Mari Darbra, J. Casal, *"Historical analysis of accidents in seaports"*, Safety Science **2004**; 42 (2), pp. 85-98.
- [34] A. Giurini, O. La Tegola, L. Miranda, *"La sicurezza sul lavoro nei porti"*, I Working papers di Olympus, **2012**.
- [35] N. Williams, S.S. Mintz, B.A. Blikoff, H.A. Arkless, C. Scull, *"Cocoa beans: an unloading hazard for longshoremen"*, J. Occup. Med. **1973**, 15(8), pp. 642-646.
- [36] H. Kanesaki, N. Murai, *"Acute phosphine intoxication observed among stevedores engaged in the removal of silico-manganese ore from the hold of a ship"*, Japanese Journal of Traumatology and Occupational Medicine **1984**, 7, pp. 544-548.
- [37] R. Montagnani, N. Rigoni, *"Gravi rischi che i lavoratori possono non saper riconoscere"*, *"Serious risks that workers might not be able to identify"*, G. Ital. Med. Lav. Erg. **2003**, 25 (2), pp. 173-177.

- [38] D. Lucas, B. Loddé, D. Jegaden, J.A. Bronstein, R. Pougnet, S. Bell, J.D. Dewitte, "Occupational poisoning by carbon monoxide aboard a gas carrier. Report on 8 cases", *Int. Marit. Health* **2010**, 62 (3), pp. 176-179.
- [39] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), "Fatality Assessment and Control Evaluation (FACE) Program. Dockworker Dies Due to Carbon Monoxide Poisoning While Using a Gasoline Powered Pressure Washer to Clean Inside a Freshwater Tank - Massachusetts Case Report: 06-MA-045", **2010**, disponibile sul sito Internet: <http://www.cdc.gov/niosh/face/stateface/ma/06ma045.html>.
- [40] U. Svedberg, J. Samuelsson, S. Melin, "Hazardous off-gassing of carbon monoxide and oxygen depletion during ocean transportation of wood pellet", *Ann. Occup. Hyg.*, **2008**, 52 (4), pp. 259-266.
- [41] U. Svedberg, C. Petrini, G. Johanson, "Oxygen depletion and formation of toxic gases following sea transportation of logs and wood chips", *Ann. Occup. Hyg.* **2009**, 53 (8), pp. 779-787.
- [42] X. Kuang, T. J. Shankar, X. T. Bi, S. Sokhansanj, C. J. Lim, S. Melin, "Characterization and kinetics study of off-gas emissions from stored wood pellet", *Ann. Occup. Hyg.* **2008**, 52 (8), pp. 675-683.
- [43] X. Kuang, T. J. Shankar, S. Sokhansanj, C. J. Lim, X. T. Bi, S. Melin, "Effects of headspace and oxygen level on off-gas emissions from wood pellet in storage" *Ann. Occup. Hyg.* **2009**, 53 (8), pp. 807-813.
- [44] A. Pa, X. T. Bi, "Modeling of off-gas emissions from wood pellet during marine transportation" *Ann. Occup. Hyg.* **2010**, 54(7), pp. 833-841.
- [45] R. Wilson, F. H. Lovejoy, R. J. Jaeger, P. L. Landrigan, "Acute phosphine poisoning aboard a grain freighter. Epidemiologic, clinical, and pathological findings", *J.A.M.A.* **1980**, 244 (2), pp. 148-150.
- [46] A. Low, U.P. Hüsing, A. Preisser, X. Baur, "Regulations and control of in-transit fumigated containers as well as of fumigated cargo ships", *Internat. Marit. Health* **2003**, 54 (1-4), pp. 77-85.
- [47] IMO (International Maritime Organization), Ref. T3/1.01, DSC/circ. 8 24/7/2001: "Incident reports involving dangerous cargoes", link: <http://imo.udhb.gov.tr/dosyam/EKLER/dsc1circ8.pdf>.
- [48] X. Baur, F. Yu, B. Poschadel, W. Veldman, T.K. Vos, "Health risks by bromomethane and other toxic gases in import cargo ship containers", *Int. Marit. Health* **2006**, 57 (1-4), pp. 46-55.
- [49] X. Baur, B. Poschadel, L. T. Budnik, "High frequency of fumigants and other toxic gases in imported freight containers-an underestimated occupational and community health risk" *Occup. Environ. Med.* **2010**, 67 (3), pp. 207-212.

- [50] T. Knol-de Vos, *"Measuring the amount of gas in import containers"*, Letter report 729/02 IEM.RIVM report 609021025/200 **2002**, disponibile in pdf sul sito internet: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609021025.pdf>.
- [51] A.M. Preisser, L.T. Budnik, E. Hampel, X. Baur X, *"Surprises perilous: toxic health hazards for employees unloading fumigated shipping containers"*, Sci. Total Environ. **2011**, 409 (17), pp. 3106-3113.
- [52] A.M. Preisser, L.T. Budnik, X. Baur, *"Health effects due to fumigated freight containers and goods: how to detect, how to act"* Int. Marit. Health **2012**, 63 (3), pp. 133-139.
- [53] S.P. Wilkinson, P. McHugh, S. Horsley, H. Tubbs, M. Lewis, A. Thould, M. Winterton, V. Parsons, R. Williams, *"Arsine toxicity aboard the Asiafreighter"*, Br. Med. J. **1975**, 3 (5983), pp. 559-563.
- [54] G. Biscaldi, F. Pugliese, R. Terzi, E. Alfonsi, A. Moglia, *"Intossicazione acuta da Vantal" (associazione di dimetoato e DDT) in un gruppo di lavoratori portuali"*, *"Acute poisoning by Vantal (combination of dimethoate and DDT) in a group of longshoremen"*, G. Ital. Med. Lav. **1982**, 4 (4-5), pp. 203-206.
- [55] H. Dimich-Ward, M. Dittrick, P. Graf, *"Survey of malathion exposure among elevator and dock workers who handle grain"* Can. J. Public Health **1996**, 87 (2), pp. 141-142.
- [56] G. Marlair, M.A. Kordek, *"Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers"*, J. Hazard. Mater. **2005**, 123 (1-3), pp. 13-28.
- [57] International Maritime Organization (IMO), Resolution MSC.268 (85) adopted on 4 December **2008**, *"Adoption of the international maritime solid bulk cargoes (IMSBC) code"*, vedasi sito Internet: <http://www.vta.ee/public/msc-268-85-imsbc-code.pdf>.
- [58] Decreto dirigenziale 1340 del 30 novembre 2010, *"Aggiornamento delle norme di sicurezza per il trasporto marittimo di carichi solidi alla rinfusa e delle procedure amministrative per il rilascio dell'autorizzazione all'imbarco e trasporto marittimo e per il nulla osta allo sbarco"*.
- [59] Decreto dirigenziale del 31 ottobre 2007, *"Aggiornamento delle norme di sicurezza per il trasporto marittimo alla rinfusa di carichi solidi, allegato al decreto del Ministro della Marina Mercantile 22 luglio 1991 e procedure amministrative per il rilascio dell'autorizzazione all'imbarco e trasporto marittimo e per il nulla osta allo sbarco dei carichi medesimi"*.
- [60] G. Demontis, V. Granata, F. Sassu, L. Cadoni, A. Savarese, *"L'auto-combustione negli stoccaggi di cereali - Spontaneous Combustion in Grain Storage"*, **2010**, Edizioni Lulu Enterprises Incorporated, ISBN 1409209024, 9781409209027.

- [61] Comitato per la sicurezza e igiene del lavoro portuale ex art. 7 d.lgs. 272/99, *“Indicazione degli elementi / criteri minimi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell’ambiente, di cui all’Ordinanza dell’Autorità Portuale n. 1/2008”*, 27 maggio 2010.
- [62] L. Oesterhelweg, K. Püschel, *“«Death may come on like a stroke of lightning»: phenomenological and morphological aspects of fatalities caused by manure gas”*, Int. J. Legal Med. **2008**, 122 (2), pp. 101-107.
- [63] Autorità Portuale di Ravenna, Ordinanza n. 1/**2008**, disponibile sul sito Internet: http://www.port.ravenna.it/wp-content/uploads/storico/Ord01_08.pdf.
- [64] FAM, Fondazione Alma Mater, *“Aggiornamento e integrazioni del documento: “Indicazione degli elementi / criteri minimi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere gas e/o vapori tossici e/o infiammabili e/o in grado di causare impoverimento del contenuto di ossigeno nell’ambiente, di cui all’Ordinanza dell’Autorità Portuale n. 1/2008”*, **2014**.
- [65] FAM, Fondazione Alma Mater, *“Elementi di valutazione e prevenzione nelle operazioni in stiva che abbiano ad oggetto carichi solidi alla rinfusa suscettibili di emettere arsina, con particolare riferimento alla scelta e all’uso dei DPI”*, **2014**.
- [66] It. J. of Occup. Environm. Hyg., *“Valori limite di soglia, Indici biologici di esposizione”*, ACGIH 2014, supplemento al Volume 5, n. 1, **2015**.
- [67] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Phosphine, sito Internet: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0505.html>.
- [68] Massima concentrazione di sostanza tossica a cui può essere esposta per 30’ una persona in buona salute, senza subire effetti irreversibili sulla propria salute o senza che gli effetti dell’esposizione non impediscano la fuga.
- [69] Norma EN 14387:2004, Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antigas e filtri combinati - Requisiti, prove, marcatura.
- [70] Bollettino tecnico 3M #212/A, Dicembre **2013**.
- [71] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Arsine, sito Internet: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0040.html>.

- [72] Environmental Protection Agency (EPA), "Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals", 2000, disponibile sul sito Internet:
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/tsd2.pdf>.
- [73] Legge n. 84 del 28 gennaio 1994, *"Riordino della legislazione in materia portuale"*.

