

Incendi in discariche, depositi e strutture simili all'aperto: Cause e misure di prevenzione

Autori: Rahul Kallada Janardhan, Ada Malagnino, Simona D'Anna, Giuseppe Gaspare Amaro

Abstract

Le discariche, i depositi di rottami o i centri di riciclaggio gestiscono diverse tonnellate di rifiuti ogni anno e una parte significativa di essi risulta essere combustibile. Negli ultimi tempi si è registrato un aumento degli incendi all'aperto in queste attività sul territorio nazionale ed a livello internazionale, con un impatto significativo sulla salute umana, sull'ambiente e sui beni, anche per effetto dei cambiamenti climatici.

L'accensione spontanea, gli incendi dolosi, la riaccensione incendi covanti, la negligenza, l'esecuzione impropria di lavorazioni quali la saldatura, il taglio, etc. in prossimità di materiali combustibili e la cattiva gestione di queste strutture sono alcune delle cause principali. Le norme che guidano la gestione delle discariche, i depositi di rottami e i centri di riciclaggio sembrano non essere applicate in modo rigoroso. L'incendio doloso è una delle cause più frequenti e ciò implica la necessità di controlli di sicurezza molto più severi all'interno e nei dintorni di queste strutture. Con l'aumento della percentuale di rifiuti ad alto rischio, come batterie e altri rifiuti elettronici, aumenta anche il rischio di auto-ignizione. Analogamente, i rifiuti urbani contengono livelli crescenti di rifiuti complessi che possono essere molto difficili da controllare in caso di accensione. Gli incendi nei depositi di rottami o nei centri di riciclaggio situati in prossimità di aree residenziali compromettono gravemente la qualità dell'aria nella zona, che può essere particolarmente pericolosa per le persone con problemi respiratori. L'ubicazione delle discariche in prossimità di aree boschive presenta il rischio di propagazione dell'incendio a causa dei frammenti infuocati trasportati dal vento e provenienti dall'incendio della discarica. È necessario adattare e migliorare immediatamente la regolamentazione per tenere il passo con l'evoluzione degli scenari di incendio nel tempo. Il miglioramento della gestione dei rifiuti e della sicurezza può aiutare prevenire alcune cause di incendio ed a mitigarne gli effetti. La definizione di zone libere da combustibili intorno alle discariche può ridurre significativamente i rischi di incendi secondari.

Introduzione

Lo spreco di risorse e la sregolatezza nei consumi per diverse decine di anni hanno portato alla produzione di centinaia di milioni di tonnellate di rifiuti, per lo più non riciclabili, che finiscono per essere depositati solitamente in discariche, centri di riciclaggio autodemolitori e depositi per rottami. La produzione di rifiuti solidi in Italia ammontava a 504 kg a persona già nel 2019 [1].

Esistono direttive europee che regolano la gestione dei rifiuti, che fanno specifico riferimento alle discariche [2], ai veicoli alla fine del loro ciclo di vita [3], a batterie esauste [4] e a diversi materiali metallici [5]. A livello nazionale, vi sono delle normative in materia di sicurezza antincendio (e non) che regolano discariche [6], autodemolitori [7] e centri di riciclaggio [8]. Il tema della sicurezza antincendio per queste attività, di recente sollevato dall'avvicinarsi di incendi dovuti alla stagione estiva ed all'aumento medio delle temperature stagionali, assume sempre più rilevanza a causa delle diverse e interconnesse tipologie di rischio in gioco ed in evoluzione.

I dati a disposizione per lo studio di tali fenomeni sono limitati e solo pochi paesi al mondo tengono aggiornato un database relativo a questo tipo di incidenti, rendendo di difficile determinazione la loro frequenza di avvenimento e le cause di innesco. I risultati di un questionario indipendente effettuato in US e Canada [9] rivelano come gli incendi nei centri di raccolta di rifiuti riciclati e non siano in aumento. Si può facilmente immaginare come gli incendi che coinvolgono depositi all'aperto di rifiuti e rottami determinino

ingenti danni, considerando sia la loro estensione (tipicamente diverse centinaia di ettari) sia il loro contributo al cambiamento climatico in termini di emissioni.

Solo nella prima metà del 2019, sono stati denunciati 318 incendi in discariche, 108 in più comparati ai numeri del 2018 [10]. La situazione sembra essere confermata dagli avvenimenti più recenti, come riportato in tabella 1, dove si elencano alcuni degli incendi di larga scala avvenuti all'aria aperta in Italia e in altre parti del mondo negli ultimi 12 mesi. Tra questi, il recente incendio avvenuto nei pressi di un autodemolitore a Roma il 9 luglio 2022 ha compromesso significativamente l'indice di qualità dell'aria anche nei quartieri circostanti. L'incendio, che sembrerebbe di origine dolosa, è durato diverse ore e alcuni testimoni affermano di aver sentito delle esplosioni. Un altro caso di interesse è l'incendio avvenuto a Malagrotta nei pressi di un impianto di smaltimento dei rifiuti, durato più di un giorno e causato molto probabilmente da un malfunzionamento di un gassificatore facente parte dell'impianto.



Figura 1. Incendio nel autodemolitore in Centocelle, Roma Nord, 09 luglio 2022. Fonte: VVF

Tali avvenimenti mettono in luce delle criticità per le quali è necessario migliorare la comprensione di questi fenomeni raccogliendo le informazioni ad essi connesse e delineare e implementare una regolamentazione per la prevenzione e protezione antincendio di questo tipo di attività.

Tabella 1. Incendi di depositi rifiuti e autodemolitori nel mondo negli ultimi 12 mesi

Attività	Luogo	Data	Causa
Impianto di discarica	Modena, Italia	20 Luglio, 2022	Sconosciuta. Innesco avvenuto nei pressi di una tettoia in una porzione del sito fuori uso
Autodemolitore	Roma, Italia	09 Luglio, 2022	Sospetto dolo
Impianto di discarica	Malagrotta, Italia	15 Giugno, 2022	Sospetto malfunzionamento di un gassificatore fuori uso
Discarica	New Delhi, India	26 Aprile, 2022	Decomposizione organica di rifiuti non smistati, temperatura ambientale elevata

Centro di riciclaggio metalli	Montclair, USA	31 Marzo, 2022	Fuga di sostanze chimiche
Deposito per rottami	Warwickshire, Regno Unito	26 Dicembre, 2021	
Deposito di ricarica	Javea, Spagna	21 Novembre, 2021	Dolo o negligenza
Discarica di rifiuti speciali	Leverkusen, Germany	27 July, 2021	Innesco da batteria al litio non smistata rispetto agli altri rottami



Figura 2. Incendio nel sito di discarica urbano in New Delhi, India 26 Aprile 2022. Fonte: Deepak, AFP via Getty Images



Figura 3. Incendio in un inceneritore di rifiuti pericolosi a Leverkusen, Germania, 27 Luglio, 2022. Fonte: The Times

Cause di incendio

Le discariche ospitano solitamente tre differenti tipologie di rifiuti: rifiuti solidi urbani, rifiuti speciali, rifiuti industriali. Ciò implica che via una fase di smistamento nello stoccaggio dei rifiuti. Per quanto riguarda i depositi di rottami, tra le tipologie di rifiuti si possono trovare: automobili, contenitori in metallo contenenti diversi aerosol, oli e fluidi di varia natura, taniche di gas e altro. È anche opportuno notare come, negli ultimi decenni, il consumo di batterie stia costantemente aumentando. L'impatto di questi rifiuti sulla salvaguardia della vita umana e dell'ambiente è ampiamente riconosciuto e studiato [11].

Il fenomeno degli incendi originati nelle discariche è stato maggiormente studiato rispetto agli incendi nei depositi di rottami e centri di riciclo. In entrambi i casi, le cause possono essere riconducibili sia a meccanismi spontanei sia ad attività umana.

Solitamente gli incendi nelle discariche hanno origine da rifiuti solidi urbani (RSU), in quanto questi ultimi rilasciano grandi quantità di gas metano sotto condizioni anaerobiche di stoccaggio. Nel 1999, le discariche furono la maggior fonte di emissioni di metano negli Stati Uniti, con un contributo del 35% sulla totalità delle emissioni di metano [12]. In Italia, le emissioni di metano sono incrementate del 5,2% dal 1990 al 2019 e anche in questo caso il maggior contributo è costituito dai RSU [13]. L'alta infiammabilità del gas metano implica che, sotto particolari condizioni ambientali, il rischio di incendi innescati spontaneamente sia considerevole.

Secondo le stime della United States Fire Administration (USFA), la causa della metà degli incendi di discarica rimane sconosciuta. Tra quelli segnalati, circa il 40% è probabilmente il risultato di un incendio doloso. Un altro 20% è dovuto ad azioni improprie come lo scarico di materiali fumanti nelle discariche, l'abbandono di sigarette accese, fiammiferi o cenere, la combustione di rifiuti per ridurne il volume. L'accensione spontanea derivante dal metano prodotto dai rifiuti ha rappresentato circa il 5% degli incendi [12]. Le altre cause sono state la riaccensione di incendi covanti e negligenza. In genere, negli incendi spontanei, il punto caldo

dell'incendio si trova diversi metri sotto la superficie e questi incendi sono chiamati incendi di discariche in profondità (deep-seated landfill fires) [14]. La USFA riferisce che la maggior parte degli incendi si verifica durante la tarda primavera e i mesi estivi, con picchi nei mesi primaverili e autunnali a causa dell'aumento dei venti. La maggiore disponibilità di aria accelera il processo di ossidazione, aumentando la temperatura e provocando la combustione spontanea o il riaccendersi di vecchi incendi [12]. Con l'aumento della durata dei mesi più caldi a causa dei cambiamenti climatici, ci si può aspettare che le alte temperature e le condizioni di forte vento si verifichino contemporaneamente, aumentando così la probabilità di tali incendi.

Gli incendi nei depositi di rottami e nei centri di riciclaggio hanno origine soprattutto a causa dell'attività umana, poiché i rifiuti industriali sono generalmente meno combustibili e i rifiuti pericolosi sono di solito i più regolamentati. Anche l'incendio doloso è una causa comune di incendi sia nelle discariche sia nei depositi di rottami. Alcune cause note degli incendi nei centri di rottamazione/riciclaggio dipendono dal tipo di combustibile. Per i metalli ferrosi, che di solito non sono combustibili, l'ossidazione causata dall'esposizione a fattori ambientali porta alla produzione di ossidi più facili da bruciare. In presenza di contaminanti come oli, carta, legno e plastica, si ottiene un carico di incendio che attende solo che si vengano a creare le condizioni ideali per l'ignizione. Allo stesso modo, la degradazione della gomma degli pneumatici immagazzinata per un certo periodo di tempo nei depositi di rottami crea le condizioni perfette per l'accensione spontanea in presenza di temperature elevate [15]. Un'ulteriore causa di incendio è rappresentata dai diversi tipi di lavorazione che avvengono in questi luoghi. Lavori a caldo, taglio dei metalli e attività simili sono cause note di incendi (e talvolta di esplosioni) nei depositi di rottami.

Secondo un'indagine di Mikalsen et al., la maggior parte degli incendi in Svezia si è verificata nei depositi di rifiuti generici e della frazione leggera triturrata (tipicamente prodotta durante il riciclaggio dei metalli delle automobili). In Norvegia, agli incendi nei depositi di rifiuti generici seguono per numerosità gli incendi originati da batterie. Mikalsen et al. riportano che l'autocombustione, la riaccensione di incendi covanti e l'attività umana (intenzionale e non) sono state alcune delle principali cause di incendio. Essi rilevano inoltre che le statistiche svedesi sono più dettagliate di quelle norvegesi, dove diverse cause sono state classificate come autocombustione. Infine, la causa di molti incendi rimane indeterminata [16].

Rischi e conseguenze

Le principali conseguenze associate agli incendi all'aperto riguardano la salute umana, l'ambiente ed i beni. Le discariche sono solitamente situate lontano dalle aree popolate, il che spesso riduce l'impatto diretto sulla salute umana e sulle proprietà, ma provoca un impatto significativo sulle emissioni, influenzando così la qualità dell'aria nelle aree vicine. La combustione dei rifiuti all'aperto può rilasciare nell'atmosfera diversi gas tossici come ossidi di azoto (NO_x), acido cloridrico (HCl), acido cianidrico (HCN), composti organici volatili (COV), inquinanti organici persistenti (POP), chetoni, aldeidi e particolato (PM) di varie dimensioni [11]. Weichenthal et al. hanno studiato l'impatto dell'incendio di una discarica a Iqaluit, in Canada, sulla qualità dell'aria ed i risultati ottenuti mostrano come le concentrazioni giornaliere medie di diossine/furani siano 66 volte più alte (0,2 pg/m³ Toxic Equivalency Quotient (TEQ)) durante la combustione attiva rispetto a quelle dopo lo spegnimento dell'incendio (0,003 pg/m³ TEQ) [17]. Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità, le diossine sono sostanze altamente tossiche e cancerogene che possono causare problemi all'apparato riproduttivo e allo sviluppo, danneggiare il sistema immunitario e interferire con gli ormoni [18]. Un'analisi simile è stata condotta per un incendio di discarica a Santiago, in Cile, da Morales et al.. La ricerca riporta che il particolato di 2,5 µm (PM_{2,5}) aveva raggiunto livelli di concentrazione di 1000 µg·m⁻³ [19].

La gestione inadeguata delle discariche può dare origine a percolati che attraversano i rifiuti solidi, contaminando il suolo e le acque sotterranee nelle vicinanze della discarica [12]. Questo rischio è presente soprattutto nelle discariche abusive, dove non esistono sistemi per prevenire la contaminazione da percolato. Vassiliadou et al. hanno studiato le cause della contaminazione degli alimenti e del suolo (PCDD/F e PCB diossina-simili (policlorobifenili)) dopo un incendio in una discarica in Grecia. Hanno raccolto campioni di

alimenti (tra cui latte, carne, uova e verdure, nonché olive destinate alla produzione di olio) fino a 7 km dall'area interessata dall'incendio e campioni di suolo fino a 5 km dalla discarica. I campioni di terreno non hanno mostrato segni di contaminazione tra 0,5 km e 5 km. Tuttavia, i livelli di diossine nei campioni di cibo (soprattutto quelli contenenti lipidi) erano superiori al livello massimo di diossine consentito secondo i requisiti dell'UE (regolamento 1881/2006/CE). Le verdure non hanno mostrato alcuna contaminazione da diossina, tranne le olive, che hanno un contenuto lipidico più elevato [20].

Analogamente alle discariche, anche gli incendi di rottami e centri di riciclaggio producono emissioni significative. Gli incendi di pneumatici da rottamare producono CO, SO₂ e idrocarburi incombusti [21]. L'elevata quantità di SO₂ prodotta quando un cumulo di pneumatici brucia può avere un forte impatto sulle risorse locali. I depositi di rottami e i centri di riciclaggio sono talvolta situati in prossimità di aree abitate e rappresentano quindi un rischio rilevante anche per le proprietà pubbliche e private. Questi incendi possono essere considerati "simili agli incendi di interfaccia urbana (dove la vegetazione selvatica e le case si incontrano)". Poiché molte di queste strutture si trovano in prossimità di aree boschive, il rischio che si verifichino incendi dovuti al trasporto da parte del vento di frammenti infuocati da una discarica o da un deposito di rottami aumenta, soprattutto nei mesi più caldi. Una rassegna dettagliata sulle emissioni di tossine organiche nell'aria derivanti da incendi all'aperto è riportata nel lavoro di Lemieux et al. [22], al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Prevenzione e mitigazione

Nel caso degli incendi di discariche e rottami è difficile controllare l'aumento dei rifiuti prodotti dall'uomo, i cambiamenti climatici, ed il sistema di gestione di queste attività. È quindi necessario migliorare i processi di trattamento dei rifiuti e la sicurezza delle discariche e dei depositi di rottami/riciclaggio per ridurre il verificarsi di tali incendi.

Un modo per studiare questi scenari e sviluppare tattiche di prevenzione, mitigazione e lotta agli incendi è la simulazione. Tuttavia, le simulazioni di incendi all'aperto sono spesso inaffidabili perché le proprietà e la disposizione dei combustibili sono per lo più sconosciute. Battiston et al. hanno provato a ricreare lo sviluppo dell'incendio in un cumulo di rifiuti urbani non differenziati utilizzando il Fire Dynamics Simulator (FDS), confrontandolo successivamente con le registrazioni delle telecamere di sicurezza dell'incidente [23]. La simulazione è stata calibrata per riprodurre lo sviluppo iniziale dell'incendio e riesce a catturare la sua evoluzione nel primo cumulo di rifiuti. Tuttavia, la propagazione dell'incendio tra i diversi cumuli di rifiuti non è stata predetta con precisione. Ciò è dovuto in parte alla mancanza di dati sul combustibile rimanente ed in parte alla incapacità della simulazione di riprodurre il trasporto di piccoli frammenti infuocati da parte del vento, i quali hanno un impatto significativo sulla propagazione del fuoco negli incendi all'aperto. Le simulazioni possono essere più accurate quando si modellano fenomeni con combustibili più uniformi, ma raramente è questo il caso dei depositi di rifiuti. Poiché gli incendi all'aperto sono simili, per certi aspetti, ai wildfire, potrebbe essere utile ricorrere ad un tipo di modellazione analoga a questi ultimi. La vegetazione è solitamente modellata utilizzando particelle lagrangiane nelle simulazioni di incendi boschivi. Un approccio simile potrebbe essere adatto a modellare i rifiuti negli incendi di discariche e autodemolitori, ma le incertezze intrinseche associate al fenomeno rendono arduo tale compito. Attualmente, l'approccio migliore per ridurre gli incendi all'aperto è la gestione efficace dei rifiuti attraverso normative rigorose, il riciclaggio e il riutilizzo e lo sforzo della comunità per ridurre la produzione di rifiuti.

Palestini [10] afferma che le precedenti direttive italiane sulla gestione dei rifiuti si concentravano sull'eliminazione degli stessi invece che sul riciclo e sul riutilizzo. L'attuale normativa italiana, il D.Lgs. n. 152/2006 [8], classifica la gestione dei rifiuti in un sistema gerarchico a quattro fasi: Prevenzione, Riduzione, Recupero e Smaltimento e stabilisce degli obiettivi minimi da raggiungere entro il 2012, che tuttavia non sono stati ancora raggiunti da diverse regioni [24]. Palestini sottolinea che la discarica è ancora il metodo più comune di smaltimento dei rifiuti, mentre il compostaggio e la produzione di energia dai rifiuti sono ancora

caratterizzati da una certa difficoltà di attuazione. Il governo italiano richiede ai gestori degli impianti di stoccaggio/trattamento dei rifiuti esistenti e di nuova costruzione di redigere un piano di emergenza interno che mira a ridurre gli incidenti e a minimizzarne l'impatto sulla salute umana e dell'ambiente. Allo stesso tempo, la prefettura locale deve preparare un piano di emergenza esterno per il controllo e la mitigazione degli incidenti, l'attuazione di misure per la sicurezza delle persone, dell'ambiente e dei beni, e la diffusione di informazioni sulle procedure alla popolazione e alle autorità competenti [10].

Per quanto riguarda i depositi di rottami, è necessario aumentare l'uso di metodi basati sulla tecnologia per selezionare e stoccare i rifiuti. Brooks et al. suggeriscono di utilizzare varie tecnologie di rilevamento basate su raggi X e spettroscopia per l'identificazione e la segregazione dei materiali [25].

Inoltre, le disposizioni per la sicurezza antincendio suggerite per gli incendi dell'interfaccia tra zone urbane e forestali (Wild Urban Interface WUI) potrebbero fornire indicazioni utili anche per questa tipologia di incendi [26]. Interporre una zona di separazione (o fascia di sicurezza) intorno all'attività, nella quale sia vietata la presenza di materiali combustibili, ridurrebbe il rischio di nuovi incendi a causa del trasporto di frammenti di materiale incendiato da parte del vento. I gestori di tali attività dovrebbero essere incentivati a ad attuare misure di prevenzione adeguate, quale ad esempio l'interposizione di fasce di sicurezza (Figura 4). Lo standard NFPA 1 [27] descrive la regolamentazione delle aree di interfaccia urbano-foresta. Lo stesso standard specifica anche le regole per la gestione di cantieri di demolizione di automobili, lo stoccaggio all'aperto di pneumatici e contiene una piccola sezione sulla gestione dei rifiuti combustibili. Le discariche negli Stati Uniti sono regolamentate dall'Agenzia per la protezione ambientale (EPA) ai sensi della legge sulla conservazione e il recupero delle risorse (RCRA) [28] o la legge sul controllo delle sostanze tossiche (TSCA) [29]. Anche lo stoccaggio, l'uso e la manipolazione di materiali pericolosi in tutte le strutture sono regolati da uno standard NFPA, nello specifico NFPA 400 - Codice dei materiali pericolosi [30]. Nel Regno Unito, la direttiva UE sulle discariche regola le discariche e le relative operazioni [31]. L'Health and Safety Executive del Regno Unito fornisce anche diverse linee guida sulla sicurezza per i centri di riciclaggio e rottami [32].



Area immediatamente limitrofa: si sviluppa per una profondità di 50 metri dall'autodemolitore. La sua profondità può aumentare con l'aumento della pendenza del terreno. In questa area deve essere rimossa la maggior parte del combustibile ad eccezione di prati sfalciati e irrigati e piccoli arbusti, oppure materiali combustibili non infiammabili

Area esterna: si sviluppa tra i 50 e i 150 metri dall'autodemolitore a ridosso della fascia immediatamente limitrofa. La sua profondità può aumentare con l'aumento della pendenza del terreno. Al suo interno devono essere ridotti i combustibili interrompendo la loro continuità in senso verticale e orizzontale.

Figura 4. Esempio di applicazione delle fasce di sicurezza (analogamente a [26]) all'autodemolitore in Centocelle, Roma Nord, nel quale ha avuto luogo l'incendio del 9 Luglio 2022

In Italia, esistono diverse normative che regolano i processi nei depositi di rottami e nei centri di riciclaggio, come il DM 01 luglio 2014 [7], la Bozza RTV stoccaggio rifiuti [33] e la Circolare Ministeriale n. 1121 del 21/01/2019 [6]. Il Decreto Legislativo del 26 Giugno 2015, n. 105 [34] si applica agli stabilimenti che presentano un determinato quantitativo di sostanze pericolose all'interno di uno o più impianti, comprese le infrastrutture o le attività comuni o connesse. Nel relativo allegato 1 sono indicate le soglie che consentono di discernere gli stabilimenti di soglia inferiore da quelli di soglia superiore. Sebbene molte attività quali autodemolitori, depositi di rifiuti e rottami non rientrino nel campo di applicazione di tale decreto, si è ritenuto utile ricomprendere le indicazioni al suo interno confrontandole con le normative italiane precedentemente citate, come riportato in tabella 2, per evidenziare come la maggior parte delle indicazioni per depositi di rifiuti e rottami estrapolate dalla letteratura e suddivise per fase [16] siano tenute in considerazione nelle attività definite a rischio rilevante. Sebbene le indicazioni per la progettazione architettonica non siano esplicitamente menzionate nel D.Lgs. n 105/2015, la Guida Inail [35], la Bozza RTV per lo stoccaggio dei rifiuti [33], e la Circolare Ministeriale n. 1121 [6], ne tengono adeguatamente conto.

Nello specifico, la Circolare Ministeriale n. 1121 evidenzia come la presenza sul territorio di depositi temporanei e/o irregolari, depositi incontrollati o abbandoni di rifiuti presso strutture anche dismesse o all'aperto, costituisca un ulteriore aggravio del rischio di incendi e debba pertanto essere prevista un'azione di controllo da parte di Province e Comuni, ai sensi dell'art. 255 e 256 del d.lgs. n. 152 del 2006, anche in queste situazioni al fine di prevenire possibili conseguenze per l'ambiente e la popolazione.

Tabella 2. Confronto delle normative italiane e fonti bibliografiche per misure di prevenzione e protezione incendi per depositi e demolitori

	Fonti bibliografiche [16]	DEMOLITORI: Guida Inail [*]	Bozza RTV stoccaggio rifiuti	Circolare Ministeriale n. 1121 del 21/01/2019	DECRETO LEGISLATIVO 26 giugno 2015, n. 105.
Progettazione delle strutture	Predisporre un'area per il trasferimento dei materiali	✓ (p.7 Inail)	-	✓ (p.5)	
	Assicurare l'accessibilità ai mezzi estinguenti	✓ (p.23 Inail)	✓ Sezione S	✓ (p.6)	
	Assicurare adeguata illuminazione	✓ (p.23 Inail)	✓ Sezione S	✓ (p.10)	
	Organizzare le aree di lavoro proteggendo i lavoratori dai rischi derivanti da lavorazioni pericolose, come il trattamento dei metalli	-	-	-	
	Assicurare che le masse metalliche siano messe a terra, al fine di evitare la formazione di cariche elettrostatiche.	✓ (p.18 Inail)	-	-	
	Controllare il suolo contaminato e eventuali sottoprodotti connessi alla lavorazione dei metalli. Disfarsi di questi materiali il prima possibile in accordo alle procedure normate di gestione dei rifiuti.	✓ ~ (p.20 Inail)	-	✓ ~ (p.8)	
	Assicurare che i contenitori usati per lo stoccaggio dei materiali in ingresso siano adatti per liquidi infiammabili	✓ (p.20 Inail)	✓ (p.12)	✓ (p.9)	
Organizzazione e pianificazione	Progettare la rivelazione dell'incendio manuale e automatica	✓ (p.24 Inail)	✓ (p.10)	✓ (p.6)	✓ (p.34)
	Creare un piano di stoccaggio, includendo guide su come suddividere e stoccare le diverse categorie di rifiuti	✓ ~ (p.16 Inail)	✓ (p.3-8)	✓ (p.13, Rimando a D.Lgs. n.152/06)	✓ (punto E.2.2, p.127)
	Elaborare un piano di gestione delle emergenze	✓ (p.24 Inail)	✓ (GSA, p.9)	✓ (p.13-14)	✓ (PEI, PEE (art.20-21))
	Stabilire piani e operazioni per il mantenimento di programmi e procedure	✓ (p.25 Inail)	✓ (GSA, p.9)	✓ (p.5)	✓ (p.219)
	Preparare procedure esemplificative ed attrezzature		✓ (GSA, p.9)	-	-
	Comunicazione sulla sicurezza e salute nel luogo di lavoro	✓ (p.20 Inail)	✓ (GSA, p.9)	✓ (p.5)	✓ (p.224,240)
	Stabilire compiti, responsabilità, catena di controllo e allarme	✓ (p.34 Inail)	✓ (GSA, p.9; S.7,p.11)	✓ (p.10)	✓ (p.233,239; p.224,240)
	Addestrare i lavoratori a riconoscere e fronteggiare i potenziali rischi.	✓ (p.34 Inail)	✓ (GSA, p.9)	✓ (p.5)	✓ (p.213,231)

	Riconoscere il rischio di accumulo di polveri combustibili, come quelle derivanti dalle lavorazioni dei metalli. Intervenire tempestivamente nella rimozione di tali polveri in modo da evitare la creazione di atmosfere esplosive.	- Specifica che si debba mantenere generico ordine e pulizia	-	- Riferimento a ATEX e generico ordine e pulizia	- Riferimento generico a misure di prevenzione e protezione per il rischio esplosione da polveri
	Implementare procedure di gestione del trattamento e della messa in sicurezza di sostanze non identificabili.	✓ (p.34 Inail, responsabilità del datore di lavoro)	-	✓ (p.8)	
Raccolta rifiuti	Prevedere un controllo dei materiali in entrata	✓ (p.7)	-	✓ (p.5)	-
	Dirigere i materiali in luoghi specifici sulla base di fasce di rischio	✓ (pp.7-8 Inail)	✓ (p.3-8)	-	-
	Comunicare e definire i requisiti a monte della catena di fornitura				-
	Implementare precise procedure per controllare che i rifiuti siano immagazzinati in contenitori adatti	~ (p.31)	~ (p.3 definizioni)	~ (p.5, p.8)	-
Gestione e deposito rifiuti	Stabilire guide per organizzare e progettare lo stoccaggio dei materiali	✓ (pp.7-8 Inail)	✓ (p.3-8)	✓ (p.6)	-
	Limitare le dimensioni dei cumuli di rifiuti e il loro tempo di permanenza	✓ (p.19 Inail)	✓ (p.3-8)	Rimando ad altre disposizioni	✓ (punto E.2.2, p.127)
	Assicurare la creazione di uno spazio di separazione adeguato tra i cumuli di rifiuti, al fine di contrastare la propagazione delle fiamme e permettere l'accessibilità dei soccorritori	✓ (p.22 Inail)	✓ pp. 4-5	✓ (p.5)	-
	Attuare politiche e controlli per limitare l'ingresso di contenitori in pressione	✓ ~ (p.31, p.13)	-	-	✓ (punto 2.2.1, p.203)
	Assicurarsi che gli addetti siano dotati di appositi DPI sulla base della valutazione dei rischi	✓ (Dlgs. 81/08)	✓ (Dlgs. 81/08)	✓ (p.7)	✓ (p.224, 239)
	Separare i materiali infiammabili e pericolosi da tutti gli altri materiali prima possibile	✓ (p.8)	✓ (p.3-8)	✓ (p.7)	-
	Procedure per prevenire urti e percolamenti		-	✓ (p.8)	✓ p.34
Durante l'incendio	Assicurare accessibilità ai mezzi e definire le procedure di intervento	✓ (p.22 Inail)	-	✓ (p.5)	-
	Prelevare campioni di acqua di percolamento	-	-	✓ ~ (p.8)	✓ punto E.2.1, p.127
	Interrompere i dovuti processi e ridirezionare i carichi in arrivo	-	-	-	✓ p.34
Dopo l'incendio [**]	Gestire l'acqua di percolamento e i rifiuti danneggiati	-	-	✓ ~ (p.13)	✓ PEI, PEE (art.20-21) per tutti i punti [**]
	Sanificare gli ambienti e le strutture se necessario	-	-	-	-
	Condurre le dovute valutazioni post incendio	-	-	-	-

	Documentare le testimonianze e le informazioni riguardo l'accaduto	-	-	-	-
	Pianificare e aggiornare la formazione del personale e il piano di emergenza	-	✓ (GSA, p.9)	-	-
	Condurre periodiche prove di attuazione del piano di emergenza	-	✓ (GSA, p.9)	-	-
<p>NOTE: Si specifica che le prescrizioni intercettate presentano frequentemente un carattere qualitativo, non indicando delle precise linee guida da seguire.</p> <p>[*] Recepisce le norme in materia antincendio (DM 01 luglio 2014) e le norme in materia ambientale (d.lgs. 152/06, d.lgs. 209/03) [**] Normative specifiche sulle bonifiche post-incendio, vedi: Dlgs 81/08, DPR 915 del 10/09/82 e DM 471 del 25/10/99</p>					

A valle dell'analisi svolta nell'articolo, si ritiene di fondamentale importanza disporre di norme rigorose sulla progettazione delle discariche e dei depositi di rottami/impianti di riciclaggio e migliorare l'organizzazione e la raccolta dei rifiuti, assegnando aree specifiche per i rifiuti a maggior rischio. Inoltre, la corretta differenziazione dei rifiuti e l'adeguato uso degli impianti dovrebbero essere garantiti attraverso ispezioni regolari. L'impiego di tecnologie innovative rappresenta un interessante strumento di monitoraggio e rilevamento di eventuali principi di incendio mentre lo sfiato dei gas di discarica dovrebbe essere ulteriormente migliorato con sistemi più performanti. L'organizzazione funzionale degli spazi rappresenta un ulteriore strumento di prevenzione: garantire sufficiente spazio di manovra ed un facile accesso alle risorse antincendio costituisce una misura essenziale per facilitare l'intervento di controllo e spegnimento degli incendi. Infine, non deve essere trascurata l'informazione per i cittadini, che devono disporre di istruzioni chiare su come comportarsi in caso di incendio in autodemolitori o depositi di rifiuti ubicati nei pressi di zone abitate.

Bibliografia

1. Overview of national waste prevention programmes in Europe - Italy, 2021. European Environment Agency.
2. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Official Journal of the European Union. Accessed on 20 July, 2022. ****<http://data.europa.eu/eli/dir/1999/31/oj>
3. Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles. Official Journal L 269. Accessed on 20 July, 2022. <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/53/oj>
4. Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators. Accessed on 20 July, 2022. <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/66/2018-07-04>
5. Council Regulation (EU) No 333/2011 of 31 March 2011 establishing criteria determining when certain types of scrap metal cease to be waste under Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council. Accessed on 20 July, 2022. <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/333/oj>
6. Circolare Ministeriale n. 1121 del 21/01/2019. Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi
7. D.M. 01 luglio 2014. Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività di demolizioni di veicoli e simili, con relativi depositi, di superficie superiore a 3000 m2. Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, Ministero dell'Interno, Italia.
8. D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale. (GU Serie Generale n.88 del 14-04-2006 - Suppl. Ordinario n. 96)

9. Fogelman, R. Fifth annual reported waste and recycling facility fires in the US and Canada. December, 2021.
10. Palestini, L. Consequences, prevention and extinction of urban and industrial waste landfill fires. *Journals:International Journal of Social Relevance & Concern* (2022) 10(6). <https://doi.org/10.26821/IJSRC.10.6.2022.100603>.
11. Białowicz, J.S., Rogula-Kozłowska, W. and Krasuski, A. Contribution of landfill fires to air pollution – An assessment methodology. *Waste Management* (2021) 125:182-191.
12. Landfill fires: Their magnitude, characteristics and mitigation - FA-225. Federal Emergency Management Agency. United States Fire Administration. National Fire Data Centre. May, 2002. United States of America.
13. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2019. National Inventory Report 341/2021. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
14. Copping, S., Quinn, C., Gregory, R.. Review and Investigation of deep-seated fires within landfill sites - Science Report: SC010066. Environment Agency. March, 2007. Bristol, United Kingdom.
15. Special Report: Scrap and Shredded Tire Fires - USFA-TR-093. Federal Emergency Management Agency. United States Fire Administration. National Fire Data Centre. May, 2002. United States of America.
16. Mikalsen, R.F., Lönnemark, A., Glansberg, K., McNamee, M. and Storesund, K. Fires in waste facilities: Challenges and solutions from a Scandinavian perspective, *Fire Safety Journal*, Volume 120, 103023, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103023>.
17. Weichenthal, S., Van Rijswijk, D., Kulka, R., You, H., Van Ryswyk, K., Willey, J., Dugandzic, R., Sutcliffe, R., Moulton, J., Baike, M., White, L., Charland, J-P. and Jessiman, B. The impact of a landfill fire on ambient air quality in the north: A case study in Iqaluit, Canada. *Environmental Research* (2015) 142:46-50, . <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.06.018>
18. Dioxins and their impact on human health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>. Accessed on 25th July, 2022.
19. Morales, R.G.E, Toro, R.A., Morales, L. and Leiva, M.A.G. Landfill fire and airborne aerosols in a large city: lessons learned and future needs. *Air Qual Atmos Health* (2018) 11:111–121 <https://doi.org/10.1007/s11869-017-0522-8>
20. Dioxin contamination after an accidental fire in the municipal landfill of Tagarades, Thessaloniki, Greece. *Chemosphere* (2009) 74:879–884. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.016>
21. Lemieux, P.M & Ryan, J.V. Characterization of air pollutants emitted from a simulated scrap tire fire, *Air & Waste* (1993) 43:8, 1106-1115, <https://doi.org/10.1080/1073161X.1993.10467189>
22. Lemieux, P.M., Lutes, C.C., and Santoianni, D.A. Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. *Progress in Energy and Combustion Science* (2004), 30(1):1-32. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2003.08.001>.
23. Battiston, E., Vianello, C., Rebuffi, G. and Mocellin, P. Accident investigation of a real-case fire in a waste disposal facility through numerical simulation. *Chemical Engineering Transactions* (2022) 19:565-570. <https://doi.org/10.3303/CET2291095>.
24. Municipal waste report - 2020. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. <https://www.isprambiente.gov.it/en/archive/news-and-other-events/ispra-news/files2020/area-stampa/comunicati-stampa/rifiuti/percentuale-raccolta-differenziata-per-regione-1.pdf>
25. Brooks, L., Gaustad, G., Gesing, A., Mortvedt, T. and Freire, F. Ferrous and non-ferrous recycling: Challenges and potential technology solutions. *Waste Management* (2019) 85:519-528.
26. [CNVVF - Vademecum sugli incendi di interfaccia - Associazione Nazionale Vigili del Fuoco - CN \(anvfvf.it\)](https://www.cnvfvf.it/)
27. NFPA 1, Fire Code. National Fire Protection Association 2021
28. Resource Conservation and Recovery Act, Environmental Protection Agency, United States of America. <https://www.epa.gov/rcra>
29. Toxic Substances Control Act, Environmental Protection Agency, United States of America. <https://www.epa.gov/tscinventory>
30. NFPA 400, Hazardous Materials Code. National Fire Protection Association 2021.

31. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. European Union. <http://data.europa.eu/eli/dir/1999/31/2018-07-04>
32. Scrap and metal recycling. Health and Safety Executive, UK. Accessed on 25 July, 2022. <https://www.hse.gov.uk/waste/metals.htm>
33. Regole tecniche verticali (bozza), Capitolo V.N° Stoccaggio e trattamento rifiuti, <https://unpa.it/wp-content/uploads/2019/11/bozza-rtv-stoccaggio-rifiuti.pdf>
34. D.Lgs. 26 giugno 2015, n. 105, Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose (GU Serie Generale n.161 del 14-07-2015 - Suppl. Ordinario n. 38), note: Entrata in vigore del provvedimento: 29/07/2015
35. La sicurezza antincendio per gli operatori degli impianti di demolizione dei Veicoli Fuori Uso esistenti, INAIL, https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/la_sicurezza_antincendio_operatori_impianti_demolizioni_veicoli.html