



Incidenti di interesse per la elettromobilità: proposte di analisi

Cinzia Di Bari

INCIDENTI DI INTERESSE PER LA ELETTRICITÀ: PROPOSTE DI ANALISI

Cinzia Di Bari (ENEA)

Settembre 2018

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2015

Area: EFFICIENZA ENERGETICA E RISPARMIO DI ENERGIA NEGLI USI FINALI ELETTRICI E INTERAZIONE CON ALTRI VETTORI ENERGETICI

Progetto D.7: MOBILITÀ ELETTRICA SOSTENIBILE

Obiettivo: Tecnologie e infrastrutture di ricarica (in particolare veloce) di veicoli elettrici, dimensionamento in funzione della diffusione della mobilità elettrica.

Responsabile del Progetto: Maria Pia Valentini ENEA

Si ringraziano: Diego Ricci (Capitano di lungo corso); Paola Russo (Università Sapienza di Roma); Marco Carcassi, Martino Schiavetti e Tommaso Pini (Università di Pisa) per i loro contributi.

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE	5
2 LA CASISTICA INCIDENTALE E IL PROBLEMA DELLE FONTI.....	8
2.1 VEICOLI ELETTRICI.....	8
2.1.1 <i>E-bus</i>	9
2.2 SISTEMI DI ACCUMULO STAZIONARIO.....	10
2.3 ELETTRONICA DI CONSUMO	12
2.3.1 <i>Telefonia cellulare</i>	12
2.3.2 <i>Sigarette elettroniche</i>	13
2.3.3 <i>Hoverboard</i>	14
2.4 GESTIONE DEI RIFIUTI	15
2.5 LOGISTICA, INTERMODALITÀ E TRASPORTO MARITTIMO	19
2.5.1 <i>Relazione e considerazioni sull'incendio avvenuto a bordo della M/n "Maersk Honam" [41]</i>	25
2.5.2 <i>Incidente in un interporto</i>	27
3 I DATA BASE INCIDENTALI	28
3.1 IL DATA BASE ARIA (BARPI)	28
3.1.1.1 Incendio in un centro di ricerche [46].....	31
3.1.1.2 Esplosione di un vagone merci contenente batterie Litio-ione esauste [47]	31
3.1.1.3 Incendio all'interno di un deposito RAEE (DEEE) [48]	32
3.1.1.4 Incendio di batterie Litio-ione in una centrale elettrica [49]	32
3.1.1.5 Incendio originato da un collo di 156 celle Litio-ione in un centro dell'operatore postale francese ColiPoste[50]	33
3.1.1.6 Incendio di batterie Litio-ione all'interno di un garage [51]	33
3.1.1.7 Maintenance and repair of motor vehicles.....	33
3.1.1.8 Incendio in una fabbrica di automobili [52].....	33
3.2 IL DATA BASE HAZMAT (FAA)	35
3.3 ALTRI DATA BASE.....	36
4 I DATA BASE DI RICHIAMO DI PRODOTTI COMMERCIALI PERICOLOSI.....	38
4.1 CONSULTAZIONE DEL DB CPSC	41
4.2 CONSULTAZIONE DEL DB RAPEX	43
5 ANALISI STORICA DI INCIDENTI DI VEICOLI ELETTRICI.....	46
5.1 ANALISI STORICA P. RUSSO	46
5.2 ANALISI STORICA M. CARCASSI	50
6 CONCLUSIONI E PROPOSTE OPERATIVE.....	51
7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFIA.....	52
8 ALLEGATO 1. NEWSLETTER DEL BARPI SUI RIFIUTI	55
9 ALLEGATO 2. HAZMAT - EVENTI INCIDENTALI REGISTRATI NEL 2018.....	57
10 ALLEGATO 3. RACCOLTA CASI INCIDENTI OCCORSI A VEICOLI ELETTRICI. P. RUSSO E P. PAPILLO	64
11 ALLEGATO 4. RACCOLTA CASI INCIDENTI PRELIMINARE ALLA ANALISI DEI RISCHI. M. SCHIAVETTI E ALTRI	70

Sommario

L'analisi degli incidenti occorsi a sistemi utilizzatori di accumuli Litio-ione è fondamentale sia per la esecuzione della analisi di rischio che per migliorare la progettazione dei sistemi di accumulo e gestire al meglio le condizioni di emergenza. Ma non solo: l'analisi degli incidenti costituisce pure una base per individuare i campi che necessitano di normazione tecnica e giuridica come, ad esempio, potrebbe essere il controllo di qualità delle celle prodotte, ovvero la loro affidabilità e quella dei componenti elettronici. Da alcuni anni stiamo raccogliendo in maniera non sistematica le notizie di incidenti che riguardano l'elettronica di consumo, i sistemi di accumulo stazionario e l'elettromobilità.

Cosa farne di queste informazioni? raccoglierle in maniera sistematica, ampliando la rete di informazione e consultando fonti diverse: bibliografia internazionale, comunicati stampa e banche dati incidentali.

Siamo perciò andati a vedere come funzionano le varie banche dati incidentali esistenti, cercando tra quelle che riguardano l'esposizione professionale ad agenti chimici e cancerogeni e, soprattutto, quelle che riguardano sia gli incidenti avvenuti su impianti di produzione a rischio di incidente rilevante che il trasporto di merci pericolose.

Un'altra fonte di informazione molto interessante che può consentire di intercettare gli eventi denominati "quasi incidenti" (*near miss*): incidenti che non hanno portato a conseguenze catastrofiche e danni all'uomo e all'ambiente. In Europa e negli Stati Uniti esistono dei servizi pubblici, dedicati ai consumatori e alle pubbliche amministrazioni quali il Ministero della Salute o il Ministero dello sviluppo economico, nei quali vengono giornalmente / settimanalmente, riportati i casi di ritiro di merci che sono risultate pericolose per la salute e/o per la sicurezza dei consumatori.

Lungi dall'essere esaustivo, questo Rapporto tecnico ha carattere meramente esplorativo di una tematica molto complessa: l'analisi storica degli incidenti occorsi a sistemi Litio-ione finalizzata alla prevenzione dei rischi nella elettromobilità.

Il Rapporto tecnico è costituito da questa introduzione, 5 capitoli, la bibliografia e 4 allegati. Nei cinque capitoli vengono trattati i seguenti argomenti: la ricerca di informazioni di pubblico dominio relative a casi di incidente; la descrizione di alcuni data-base incidentali presenti a livelli internazionale; alcune informazioni sui database di richiamo degli articoli considerati pericolosi per i consumatori; alcuni esempi di analisi storica effettuata da due istituzioni universitarie nell'ambito degli accordi di collaborazione previsti dal Progetto Mobilità elettrica e le loro finalità; le conclusioni e le nostre proposte operative. In allegato si presentano alcune raccolte di dati incidentali. Si propone, infine, la realizzazione di un sistema informatizzato per la raccolta e lo scambio di informazioni e quello di una rete di esperti che potrebbe configurarsi come un "*Laboratorio Virtuale Italiano sulla sicurezza dei Sistemi di Accumulo elettrochimico*".

1 Introduzione

Garantire la sicurezza nella elettromobilità significa gestire il cosiddetto “rischio residuo” e sapere come intervenire nelle situazioni di emergenza. Si tratta di una questione complessa che va oltre la gestione del veicolo nelle sue fasi di impiego, incluse le fasi di ricarica, ma coinvolge tutto il ciclo di vita del veicolo elettrico. Quindi, la soluzione al problema del garantire la sicurezza, è fondata sulla conoscenza del comportamento ad abuso degli accumulatori litio-ione presenti oggi sul mercato e di quelli che stanno per esservi immessi, giacché la tecnologia è in continuo sviluppo.

La casistica incidentale è fondamentale per apprendere conoscenze quali: la varietà di scenari incidentali che si possono presentare e le loro conseguenze, di fronte alle quali talvolta si rimane costernati; acquisire la base di dati necessaria ai fini della l’effettuazione della Analisi di Rischio con metodi formalizzati; quantificare i premi assicurativi [1, 2, 3] sia per i consumatori che per la catena logistica, i produttori di batterie, i produttori di veicoli, anche commerciali. Infine, può costituire anche un fattore di influenza sui provvedimenti governativi per l’incentivazione all’acquisto dei veicoli elettrici.

Può il decesso di una persona imputabile alla perforazione del cranio provocata dall’esplosione della batteria della sua sigaretta elettronica, avere significato per la prevenzione dei rischi nella elettromobilità? È opinione della scrivente che la risposta debba essere affermativa. È bene assecondare l’espansione di impiego di questa tecnologia di accumulo, ma che si faccia tesoro di questi casi! Infatti, a meno che non si siano trovate diverse soluzioni progettuali, una cella 18650 esplode formando un proiettile [4], come può accadere in generale anche nel caso di celle di forma cilindrica di dimensioni maggiori [5]: si tratta di celle che troviamo nelle e-bike e in molti veicoli elettrici a due e quattro ruote.

In generale, la affidabilità di una batteria è legata a numerosi fattori, tra i quali: la qualità delle materie prime; la qualità del processo di fabbricazione, inclusi il trattamento iniziale di formazione della SEI e la corretta attivazione della batteria/cella stessa, ottenibile mediante cicli di formazione che la stabilizzano; le modalità di conservazione durante tutte le fasi di trasporto e stoccaggio dalla fabbrica al luogo di utilizzo, tenendo conto che la maggior parte delle batterie, dei dispositivi elettronici che le contengono e i veicoli vengono trasportati dai luoghi di produzione fino ai luoghi di utilizzo mediante trasporto intermodale e includendo la fase di trasporto marittimo (con numerose ore di viaggio attraverso latitudini e longitudini con caratteristiche climatiche diverse).

Avere le notizie di incidente non è facile: le leggi nazionali ed europee, oltre a non prevedere l’obbligo di notifica all’ECHA e l’obbligo di redazione della scheda di sicurezza, non prevedono un sistema di raccolta delle informazioni di incidente. Ma in Europa (RAPEX) e negli Stati Uniti esistono dei servizi pubblici, dedicati ai consumatori e alle pubbliche amministrazioni competenti nei quali vengono giornalmente / settimanalmente, riportati i casi di ritiro di merci che sono risultate pericolose per la salute e/o per la sicurezza dei consumatori. Si tratta di informazioni preziose, frutto di istruttorie specifiche alle quali sarebbe opportuno poter accedere. Conoscere le dinamiche degli incidenti ed i guasti che li hanno provocati è fondamentale per i nostri scopi, ma si tratta di informazioni generalmente sottoposte al segreto istruttorio.

Avere le notizie richiede una consapevole assunzione di responsabilità da parte dei fabbricanti e da parte degli importatori: un livello di maturità imprenditoriale che, a parere della scrivente ben si coniuga con la prospettiva di contribuire al nuovo paradigma di sviluppo sostenibile “tutto Green”. Ecco perché si auspica la realizzazione di una rete di esperti che condividano le notizie di incidente: questo richiede la più ampia partecipazione delle imprese nella comunicazione delle notizie di eventi incidentali e dei “quasi incidenti”, collaborando così con gli enti pubblici che potrebbero realizzare la rete di raccolta dati.

Siamo inoltre convinti che investire nella prevenzione degli rischi per gli utilizzatori finali sia meno oneroso per le aziende che già investono nella gestione integrata di qualità sicurezza salute e ambiente delle loro aziende e, corrispondentemente, alla tutela della salute dei lavoratori secondo il testo unico sulla salute sicurezza sul lavoro (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.), sulle norme di tutela dell’ambiente e della prevenzione dei rischi di incidente rilevante, sulle disposizioni di prevenzione incendi. Inoltre, gli studi del comportamento ad abuso e della casistica incidentale delle batterie litio ione, consentono di migliorare la progettazione dei RESS, dei

BMS (Battery Management System), delle stazioni di ricarica e della catena logistica. Ed ancora, lo studio della casistica incidentale è utile per conoscere le abitudini degli utenti finali e dei manutentori (ad esempio) e operare sulla loro informazione e formazione, abbattendo così l'elevata percentuale di incidenti attribuiti al cosiddetto "errore umano".

Tutto ciò premesso, noi crediamo di dover affrontare il problema della incidentalità "a tutto tondo", includendo anche le pile al Litio metallico (una tecnologia che sembra matura ma è sempre più diffusa - contatori elettronici delle utenze: acqua, elettricità, gas; strumenti di misura; ecc. - e passa inosservata) in modo da avere maggiore contezza del comportamento del Litio atomico negli scenari incidentali.

A tal fine, da alcuni anni, stiamo raccogliendo in maniera non sistematica, le notizie di incidenti che riguardano seguenti ambiti:

- Produzione di celle e di batterie Litio-ione e Litio metallico
- Stoccaggio di celle e batterie
- Trasporto e logistica (merci pericolose): terra-ADR, acqua-IMDG e aria-ICAO dello IATA
- Apparecchi utilizzatori nelle fasi di utilizzo: e-cig, telefonia mobile, computer e apparecchiature elettroniche, giocattoli, poltrone relax¹, ecc.
- Veicoli elettrici, nelle fasi di vita e di impiego – tutti i tipi di veicoli
- Gestione dei rifiuti di batterie
- Supercondensatori e sistemi che li utilizzano

In tal senso risultano significative alcune conclusioni di uno studio del 2013 [6] sulla casistica incidentale tedesca relativa ai veicoli elettrici e sul diverso impatto dei problemi costruttivi e dell'errore umano, sulla incidentalità. I limiti dello studio, ammessi anche dall'autore, sono i seguenti:

[...]The overall risk for an incident due to a battery problem seems to be quite low. This is a result of the low numbers of existing vehicles [...]

[...]incidents due to battery problems is increasing. This is from the increased number of XEV's in the field, but it is not above the expected numbers from the current market share of XEV's.

[...]it seems that the safety level of the batteries produced and quality of the batteries are not only getting better, but also that the safety systems and requirements are working very well.

Dunque, ci si attende che l'incidentalità aumenti con la diffusione dei veicoli elettrici, come pure con la diffusione dell'utilizzo dei sistemi di accumulo al litio. E' perciò necessario ampliare ancora lo sguardo e raccogliere informazione nell'ambito del mercato globale. Certo, le informazioni andrebbero raccolte in maniera sistematica e analizzate mettendo insieme le informazioni di pubblico dominio reperibili. Ed è per questo che proporremo la realizzazione di un sistema informatizzato per la raccolta e lo scambio di informazioni, per ora finalizzato ai partner fino ad oggi da noi coinvolti nelle attività sulla sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico quali le istituzioni universitarie e il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, e quello di una rete di esperti che potrebbe configurarsi come un "Laboratorio Virtuale Italiano sulla sicurezza dei Sistemi di Accumulo elettrochimico".

Questo Rapporto tecnico è costituito da questa introduzione, 5 capitoli, la bibliografia e 4 allegati. Nei cinque capitoli verranno trattati i seguenti argomenti: la ricerca di informazioni di pubblico dominio relative a casi di incidente; la descrizione di alcuni data-base incidentali presenti a livelli internazionale; alcune informazioni sui database di richiamo degli articoli considerati pericolosi per i consumatori; alcuni esempi di analisi storica effettuata da due istituzioni universitarie nell'ambito degli accordi di collaborazione previsti dal

¹ <https://www.tuugo.it/CompanyProducts/opzione-batteria-al-litio-per-poltrone-relax/017999554579#!>;
http://www.nerini.it/meccaniche-e-meccanismi-relax/accessori-per-meccaniche-e-meccanismi/batteria-al-litio-2200-ma/?sef_rewrite=1&sl=it; <https://www.amazon.it/Batteria-Litio-Esterna-Ricaricabile-poltrone/dp/B079P7YC2N>

Progetto Mobilità elettrica e le loro finalità; le conclusioni e le nostre proposte operative. In allegato si presentano alcune raccolte di dati incidentali.

2 La casistica incidentale e il problema delle fonti

Nel periodo 2015-2018 è stata effettuata una raccolta di notizie di incidenti provenienti dai media. La casistica incidentale ha riguardato gli ambiti già individuati nella Introduzione (Capitolo 1), ovvero: Produzione di celle e di batterie Litio e Litio-ione; Stoccaggio di celle e batterie; Trasporto e logistica (merci pericolose): terra-ADR, acqua-IMDG e aria-ICAO dello IATA; Apparecchi utilizzatori nelle fasi di utilizzo: e-cig, telefonia mobile, computer e apparecchiature elettroniche, giocattoli, ecc.; Veicoli elettrici, nelle fasi di vita e di impiego – tutti i tipi di veicoli; Gestione dei rifiuti di batterie. (Figura 1)



Figura 1

Tra le informazioni raccolte, si citano: l'incidente occorso alla nave mercantile "Maersk Honam" lo scorso 8 marzo 2018, nel corso della quale sembra che container contenenti batteria al litio siano stati alla base del grande incendio che ha coinvolto il mercantile specializzato nel trasporto di merci pericolose; l'incidente dello scorso maggio 2018 nel corso del quale un cittadino della Florida è stato ucciso dall'esplosione della batteria della sua sigaretta elettronica [7] che gli ha provocato perforazione del cranio (si trattava di una cella 18650, del tipo di quelle utilizzate nei sistemi di accumulo delle Tesla). Sulla base della casistica incidentale riguardante le sigarette elettroniche la *US Fire Administration* ha prodotto, nell'ottobre 2014 un rapporto tecnico di notevole interesse [8]. Come anche di notevole interesse sono gli studi, prodotti da dermatologi o dai medici di pronto soccorso, che cominciano a comparire sulle ustioni prodotte dall'incendio o dall'esplosione di sigarette elettroniche: si cita a titolo di esempio l'articolo di Harshman [9] del 2017. Una breve ricerca è stata effettuata anche in cinese, utilizzando la traduzione on-line di *key word* inglesi, in cinese tradizionale, e riguarda i bus elettrici tenuto conto che la flotta cinese è la più grande del mondo. La nostra raccolta di casi di incidente (Tabella 1), ha posto le basi di ulteriori approfondimenti, evidenziando l'utilità di una raccolta sistematica.

2.1 Veicoli elettrici

2.1.1 E-bus

La flotta di bus elettrici cinesi è la più grande del mondo. Nel 2018 [10] Shenzhen è diventata la prima città al mondo ad avere completamente rettificato la sua flotta di autobus pubblici, con 16.359 e bus, una città che è passata da 30.000 abitanti nel 1980 ai 12 milioni di oggi. A livello mondiale [11], Bloomberg ha stimato l'esistenza di 385.000 bus completamente elettrici, il 99% dei quali si trova in Cina. Ogni cinque settimane, vengono immessi sul mercato cinese 9500 nuovi bus elettrici, l'equivalente del fabbisogno della città di Londra.

Ne consegue che la casistica incidentale "vera", deve necessariamente includere i dati relativi alla Cina. Nel luglio 2015, la rivista KKnews [12] presenta l'analisi di alcuni casi di incidente occorsi ad auto elettriche, tra cui le Tesla, e a bus elettrici (Figura 2). Nei dintorni di Pechino, nel maggio del 2017, 55 bus turistici sono stati incendiati nella stazione di ricarica elettrica [13]: il filmato mostra la situazione dopo l'incendio, propone le problematiche di localizzazione delle stazioni di ricarica e delle loro dimensioni e pone l'accento sulla perdita economica: 150.000 \$ per bus moltiplicato per 55, sono oltre 8 milioni di dollari di perdita, ai quali vanno aggiunti almeno i costi della gestione dei rifiuti e della bonifica dell'area inquinata, dell'intervento di emergenza e quelli di immagine.

On May 1 there was a huge fire at a electric-bus charging station at the Crab Island amusement park in Beijing. At least 55 buses burned out to the ground, another 20 buses partially burned down, and a dozen of charging poles had completely burned to the black. I went to the area last week and found out that all the buses are still there. The cause of the fire is still unknown, but it sure looks like a massive electrical short circuit. The tourist buses were owned by a Beijing-based leasing company, they were used for ferrying tourists around town. The buses were manufactured by Anhui Ankai Automobile, a large and well regarded Chinese bus maker. Amazingly, there were no casualties or even injuries. But the fire doesn't come cheap: each bus costs about \$150.000.



Figura 2

Un incendio ad un bus elettrico nella città di York, Inghilterra, occorso il 25 giugno 2015 (Figura 3) e riportato in Tabella 1, è avvenuto ugualmente alla stazione di ricarica. Non ci sono stati feriti tra i passeggeri, in quanto erano tutti scesi; la strada è stata chiusa al traffico per circa un'ora e i servizi bus sono stati cancellati. Le autorità comunali hanno chiesto al gestore FIRST di indagare urgentemente sull'incidente. Naturalmente, è molto difficile accedere ai risultati delle indagini. E questo presenta immediatamente il limite della raccolta dei casi di incidente e della significatività delle informazioni disponibili.



Figura 3. Incendio di un bus elettrico nella città di York, 2015

2.2 Sistemi di accumulo stazionario

In un recente articolo su “Bloomberg New Energy Finance”[14] vengono presentati 7 incendi occorsi, a partire dal 2017 ad agosto 2018, in Corea, che hanno coinvolto sistemi di accumulo stazionario Litio-ione per un totale di 94 MWh di capacità. A questo elenco si aggiunge l’incidente europeo occorso a Drogenbos, nei dintorni di Bruxelles, nel novembre 2017, al quale abbiamo dedicato una descrizione sommaria.

Questi incidenti non sono riportati in Tabella 1.

Gli incidenti hanno coinvolto circa il 4% della capacità dell’accumulo stazionario Litio-ione realizzato in Corea in meno di un anno e mezzo. Nessuno degli incendi riportati (Table 1) si è propagato a strutture esterne all’area operativa e non ci sono stati danni a persone.

Gli autori sottolineano la pronta risposta da parte delle autorità competenti e dei corpi dei vigili del fuoco. Ciononostante ritengono “molto appropriato” lo sviluppo continuo e l’applicazione di norme tecniche, giuridiche e *best practice*. Un tema ricorrente all’interno degli standard e delle norme di prevenzioni incendi, a livello internazionale, è la scarsa comprensione di come trattare le tecnologie Litio-ione. Si osserva, ad esempio, che:

Current fire suppression systems use inert gases that deprive a fire of oxygen. While this is suitable for an electrical fire it may not prove effective for a battery fire caused by an internal short circuit leading to thermal run away. This is because as the cathode of a lithium-ion battery reaches a high temperature, oxygen is released, which can then feed an existing fire. Under normal operation the battery management system (BMS) and power conversion system (PCS) should prevent cells from reaching thermal run away

Table 1².

Energy storage fire incidents (Fonte: Bloomberg NEF, Korea Ministry of Trade, Industry and Energy Note: RE stands for Renewable Energy)

Project	Country	MW	MWh	Capacity affected (MWh)	Application	Technology	Battery provider	Installation date	Incident date
Asia Paper Sejong Energy Storage Project	Korea	—	18	18	Peak management	Lithium-ion	Samsung SDI	Under construction	July 2018
DaeMyoung GEC Geochang Energy Storage Project	Korea	9.6	9.6	9.6	RE integration	Lithium-ion (NMC)	Samsung SDI	Dec 2015	July 2018
Haenam Songji Energy Storage Project	Korea	—	3	3	RE integration	Lithium-ion	LG Chem	Dec 2017	July 2018
CNPV Power Korea Gunsan Saemangeum Energy Storage Project	Korea	—	19	19	RE integration	Lithium-ion	LG Chem	Dec 2017	June 2018
DaeMyoung GEC Yeongam Energy Storage Project	Korea	4	15	15	RE integration	Lithium-ion (NMC)	Samsung SDI	Dec 2015	June 2018
KEPCO Gyeongsan Energy Storage Project Phase I	Korea	24	12	12	Frequency regulation	Lithium-ion (NMC)	Samsung SDI	Feb 2016	May 2018
MOTIE Gochang Energy Storage Pilot Project	Korea	54	31	17	RE integration	Lithium-ion	Top Battery	—	August 2017
Engie Drogenbos Energy Storage Pilot Project	Belgium	6	20	6**	RE integration	Lithium-ion*	Unknown	Jul 2017	Dec 2017
Arizona Public Service Co Electrolysis Energy Storage Project	Arizona, U.S.	—	1.5	1.5	RE integration	Lithium-ion	Electrolysis	Feb 2012	Nov 2013
First Wind Kahuku Energy Storage Project	Hawaii, U.S.	15	4	4	RE integration	Lead-based battery	Xtreme Power Inc.	Mar 2011	Aug 2012
Mitsubishi Material's Tsukuba Energy Storage Project	Japan	2	14	14	—	Sodium sulphur	NGK Insulators	—	Sep 2011

Ecco un breve rapporto sull'incidente occorso In Belgio [14 bis], a Drogenbos (Figura 4):

On Saturday the 11th of November 2017, around noon, people in some western areas of the city of Brussels (Belgium) could smell a strong and irritating odor that some described as being similar to the smell of "burning plastic".

A little later, the population was informed of a fire going on in the Electrabel-Engie power plant located at Drogenbos. Electrabel-Engie is the main electricity producer in Belgium, and operates a gas turbine power plant in Drogenbos, a village located at the western limit of the city of Brussels – where the wind did come from at the time of the accident.

Still a bit later, some local newspapers explained that "a container-size lithium battery has blown up into flames. The fire as provoked a cloud of smoke potentially toxic". The message circulating on the social networks was that "a cloud full of toxic lithium was blowing over the city".

It took several hours for the firemen to control the fire. The alert was lifted around 16hr local time. No injuries were reported, although some people did complain of respiratory irritation. At that time the population has been informed that "Measures of air pollution were normal and

² *This is a technology pilot program. Engie will start by testing lithium batteries from four different manufacturers under the same conditions, for a total power of 6MW. After which storage technologies such as compressed air, flywheel, redox flow batteries will be tested.

** The fire only impacted part of the project but a specific MWh is unknown. Three providers had installed systems at that point and only one was impacted so we have assumed 6MWh.

they were no more risks for health or environment". However they didn't say what were the pollutants found in previous measurements and in which quantities they were present in the air.

2.3 Elettronica di consumo

2.3.1 Telefonia cellulare

Per quanto riguarda l'elettronica di consumo, il caso Galaxy Note 7 [15] e la relativa e massiccia campagna di richiamo dell'azienda [16] coreana con le connesse perdite economiche, è stato il caso più eclatante di questo ultimo triennio, ma anche quello cui i media si sono molto dedicati. Altri incidenti ad altri prodotti Galaxy e ad I-phone (Figura 4), sono riportati in Tabella 1.



Figura 4. Fonte: <https://twitter.com/search?q=drogenbos&src=typd>



Figura 5. Fonte:[15]

2.3.2 Sigarette elettroniche

Il settore delle sigarette elettroniche, ha ricevuto una notevole attenzione da parte delle istituzioni internazionali ed anche da parte degli studiosi.

Sono ormai tanti gli studi di settore [17, 18], che riguardano l'analisi degli incidenti per i fumatori di sigarette elettroniche, dovuti alle batterie!

La U.S. Fire Administration, FEMA, *U.S. Department of Homeland Security*, ha pubblicato nel luglio 2017 un rapporto [19] sugli incidenti registrati che hanno coinvolto le sigarette elettroniche (Figura 6.). In un articolo del 2015 [20], si evidenziava una lacuna giuridica (Figura 7) relativa alla prevenzione dei rischi per i consumatori che effettuavano l'acquisto, specialmente on-line, di prodotti provenienti da un mercato non ufficiale cinese [21].

L'esplosione di una e-cig [22] nel maggio 2018 ha provocato la morte dell'americano Tallmadge D'Elia, 38 anni, Florida: *"The cause of death is identified as a projectile wound to the head"*, riporta la stampa [23]. Anche **danni** di minore entità, ma pur sempre gravi, vengono registrati dai servizi di pronto soccorso e dagli esperti di trattamento delle ustioni, riguardanti e-cig e telefonia cellulare [24, 25, 26, 27].

L'esplosione di celle cilindriche 18650 spesso si configura con l'espulsione del materiale interno e formazione di proiettile, con la capacità di arrivare ad oltre 10 metri di distanza dal luogo di esplosione. A tal fine si rimanda alle esperienze relazionate nel RT sulle celle 18650 [28] e, in particolare, ai lavori specifici citati in testo.

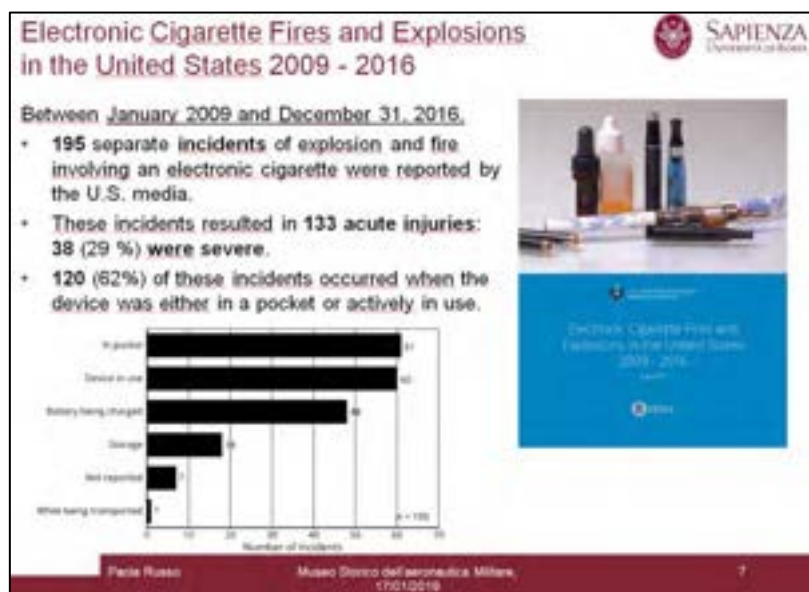


Figura 6



Figura 7

2.3.3 Hoverboard

Tra gli “oggetti del desiderio” dei giovani e non solo, vi sono i droni e gli Hoverboard. Si tratta di oggetti alimentati da batterie ricaricabili liti con una capacità maggiore di quelle del telefono cellulare o della sigaretta elettronica e, quindi, ci pone in una scala di materia ed energia, di un ordine di grandezza superiore. Per quanto riguarda gli Hoverboard, come vedremo nel capitolo quattro, sono presenti nelle campagne di richiamo, ma sono stati anche oggetto di incendio ed esplosione. Casi di hoverboard esplosi ci sono stati negli Usa e nel Regno Unito, tanto da indurre Amazon a sospendere le vendite per alcuni mesi tra il 2015 e il 2016 e molte compagnie aeree a bandirlo dai voli. Si vedano i dati relativi alle campagne di richiamo nel paragrafo 4.1. In Italia, l' 11 ottobre del 2017, la prima ricarica del monopattino ha provocato un grave incendio della casa dei proprietari (vedi Tabella 1) (Figura 8).



Figura 8

2.4 Gestione dei rifiuti

Il ciclo della gestione degli dei rifiuti coinvolge sia le apparecchiature elettroniche alimentate da accumulatori, che i veicoli e l'accumulo stazionario. Le fasi del ciclo includono: raccolta, trasporto stoccaggio, gestione del rifiuto e trattamenti chimico fisici per il recupero di materiali o l'incenerimento tout court. A titolo di esempio citiamo alcuni passi dell'intervista a Brian Barnett [29].

Alcuni casi di incidente sono considerati in Tabella 1 e nei capitoli successivi.

The battery recycler's job is particularly challenging, says Brian Barnett, vice president of the technology-development company TIAX, based in Lexington, Mass. [...]."

In the European Union, containers of used lithium-ion batteries are filled with sand or the silicate material vermiculite to prevent the jumble of batteries from forming a circuit and sparking a fire en route to the recycler, explains Jean-Pol Wiaux, director general of the European Association for Advanced Rechargeable Batteries, in Brussels.

When they do arrive at a recycling facility, the batteries meet a fiery end in a 1000 °C smelter, which separates out half of the materials for reuse. Recyclers can then sell the released steel, aluminum, copper, and cobalt to manufacturers. Volatile components like the batteries' flammable electrolytes, the same stuff that can make accidental lithium-ion fires so explosive, pose little hazard at the smelter's high temperature, Wiaux says.

But toxic by-products can be a problem for recyclers that are unprepared for the challenge, he says. The California recycling company Toxco suffered a string of fires at its lithium-ion battery recycling plant outside Vancouver, B.C. It will be opening a new lithium-ion reprocessing center in Lancaster, Ohio, later this year.

Another crucial safety challenge in the life of a lithium-ion battery is in transporting it from its manufacturer to the factory where it's fitted into the phone, laptop, car, or whatever it will be

powering. Here, says George Kerchner, executive director of the Portable Rechargeable Battery Association, the United Nations has done the heavy lifting. A subset of the U.N.'s [Recommendations on the Transport of Dangerous Goods](#) concerns lithium-ion batteries. And Kerchner says that electronics manufacturers who order those batteries are well advised to explicitly demand proof from the battery maker that the U.N. standards are being met before the batteries leave the originating factory floor.

"There are billions and billions of cells and batteries manufactured every year," Kerchner says. "And the industry has a very good safety record for transporting these by all modes of transport." Kerchner says the U.N. will be revising its regulations later this year to better suit large-format batteries like those in the Dreamliner. And Wiaux says that Europe—which today recycles 1000 to 2000 metric tons of lithium-ion batteries every year—foresees recycling 10 000 metric tons a year about 10 years from now.

Tabella 1. Alcune notizie di incidente raccolte nel triennio 2015-2017 (Fonte: Cinzia Di Bari)

Data	Luogo	EV, Accumulo, altro	Descrizione incidente	Fonte
Novembre 2009	Lexington massachusetts -	Impianto di trattamento dei rifiuti		https://spectrum.ieee.org/green-tech/fuel-cells/potential-hazards-at-both-ends-of-the-lithiumion-life-cycle
Novembre 2009	Anaheim, Calif. - distretto regionale di Kootenay Boundary Columbia Britannica, Canada TOXCO Plant	Impianto di trattamento dei rifiuti	The company that operates a lithium battery recycling facility near Trail, B.C., that was engulfed in a spectacular blaze over the weekend says it's still trying to figure out what toxic chemicals were released in the fire.	https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/trail-battery-recycling-fire-leaves-questions-1.805780
Settembre 2018	New York	Galaxy note 9		https://www.cnet.com/news/galaxy-note-9-reportedly-catches-fire-in-womans-purse/
Settembre 2016	Mondo	Galaxy Note 7	35 casi di guasto	https://www.cnet.com/news/samsung-confirms-global-recall-replacement-galaxy-note-7-faulty-battery/
Febbraio 2017	Arizona	Iphone 7		https://www.cnet.com/news/apple-iphone-7-plus-fire-caught-on-video/
Settembre 2016	India	Galaxy Note 2	A major accident was averted when passengers on IndiGo 6E-054 flight from Singapore to Chennai noticed smoke in an overhead cabin and the fire was extinguished by the crew before it spread out.	http://www.newindianexpress.com/nation/2016/sep/23/Samsung-Galaxy-Note-2-explodes-mid-air-on-Chennai-bound-IndiGo-flight-1524245.html
Novembre 2017	Drogenbos - Brussels	Wind power backup and storage batteries	On Saturday the 11th of November 2017, around noon, people in some western areas of the city of Brussels (Belgium) could smell a strong and irritating odor that some described as being similar to the smell of "burning plastic".	https://www.wind-watch.org/news/2017/11/12/wind-power-backup-and-storage-batteries-explode-into-flames-and-send-a-toxic-cloud-over-the-city-of-brussels/
Filmed on Sunday 26th August 2018	Cina	E-bus	Battery fault' causes electric bus to explode in Chinese tunnel	https://www.newsflare.com/video/234049/crime-accidents/battery-fault-causes-electric-bus-to-explode-in-chinese-tunnel
20 Luglio 2011	Shanghai	E-bus	Shanghai E-bus catches fire while in service-media.	https://www.reuters.com/article/china-e-bus-fire-idAFL3E7IK0LB20110720

Data	Luogo	EV, Accumulo, altro	Descrizione incidente	Fonte
25 June 2015	York, UK	E-bus	The fire started on the Park and Ride service, operated by First, after it broke down on Stonebow at about midday.	https://www.bbc.com/news/uk-england-york-north-yorkshire-33273548
11 ottobre 2017	Bologna. IT	Hoverboard	Hoverboard esplode in carica. Casa distrutta. Quel pomeriggio lo skate era sotto carica per la prima volta: era stato appena acquistato, al prezzo di 194 euro da Unieuro. I genitori volevano farlo trovare già carico al figlio di dieci anni al suo rientro: doveva essere il suo regalo di compleanno.	https://corrieredibologna.corriere.it/bologna/cronaca/18_gennaio_11/hoverboard-esplode-carica-casa-distrutta-inchiesta-pm-8e5ae892-f6a2-11e7-9dbd-e21586ec6bd7.shtml

2.5 Logistica, intermodalità e trasporto marittimo

Gli accumulatori Litio-ione e le pile al Litio, come noto, sono internazionalmente classificati come merce pericolosa (*Dangerous Good*) (Tabella 2) e pertanto sono sottoposte alle norme internazionali per il trasporto nelle varie modalità: ADR (Strada, ferrovia e vie navigabili interne), IMDG Code [30] (Trasporto marittimo), IATA [31] (trasporto aereo), sia se spediti tali e quali sia se posti all'interno di apparecchi utilizzatori.

Tenendo conto che i primi 5 paesi in cui avviene l'estrazione di minerali di Litio sono i seguenti [32]:

Australia: Mine production: 18,700 MT

Chile: Mine production: 14,100 MT

Argentina: Mine production: 5,500 MT

China: Mine production: 3,000 MT

Zimbabwe: Mine production: 1,000 MT

e che i primi 10 paesi esportatori di batterie Litio-ione sono stati, nel 2017, i seguenti (Figura 9), ci si rende facilmente conto della entità del movimento delle merci, Con proiezioni nettamente favorevoli alla Cina [33] (Figura 10), ci si rende facilmente conto di quanto complessa sia la logistica di questi beni e di quanto essa coinvolga il trasporto marittimo e gli interporti. Naturalmente trascurando informazioni riguardo l'elettronica di consumo e veicoli elettrici di ogni tipo.

Tabella 2. Classificazione UN e ADR Pile Litio e Accumulatori Litio-ione

	Classe ADR		Numero ONU (UN Number)
Pile al Litio	Classe 9 Materie e oggetti pericolosi diverse	Pile al Litio M4	3090 Pile al Litio metallo (comprese le pile di lega al Litio)
			3091 Pile al Litio metallo contenute in un dispositivo o pile al Litio metallo imballate con un dispositivo (comprese le pile di lega al Litio)
Accumulatori Litio-ione	Classe 9 Materie e oggetti pericolosi diverse	Pile al Litio M4	3480 Pile al Litio ionico (comprese le pile al Litio ionico polimerico)
			3481 Pile al Litio ionico contenute in un equipaggiamento o pile al Litio ionico imballate con un equipaggiamento (comprese le pile al Litio ionico polimerico)

Rank	Exporter	2017 Exported Lithium Ion Batteries	% World Total
1.	Singapore	US\$432.2 million	15.2%
2.	United States	\$414 million	14.6%
3.	China	\$316.5 million	11.2%
4.	Hong Kong	\$289.6 million	10.2%
5.	Indonesia	\$222.3 million	7.8%
6.	Japan	\$203.3 million	7.2%
7.	Germany	\$167.6 million	5.9%
8.	France	\$97.7 million	3.4%
9.	Netherlands	\$88.2 million	3.1%
10.	Belgium	\$83.1 million	2.9%

Figura 9. Fonte [34]

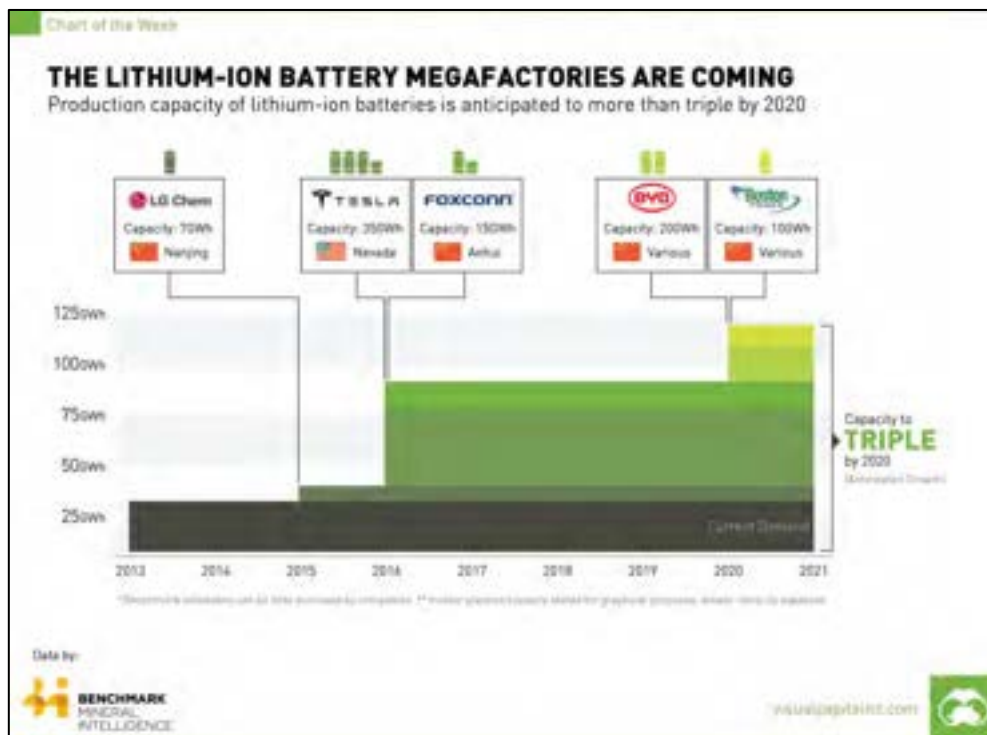


Figura 10.

Un esempio di organizzazione di trasporto delle batterie via mare, proviene dalla *LCL Sea Freight* [35]. Dal sito web della compagnia, citiamo le seguenti informazioni (Figura 11):

Shipping batteries by sea freight less than container from China only can shipping from Hongkong port now. We have China warehouse address local in Shenzhen city, Dongguan city, Guangzhou city, Foshan city, Shanghai city. You can arrange shipment delivery to our over warehouse than we will consolidate shipments to Hongkong port.

[...] Shipping full container need have MSDS IMDG-CODE, before booking container need send this documents to shipping companies confirm whether can ship. We have very good relationship with many shipping companies in China. Such COSCO shipping company. Shipping batteries by sea the packages requirement have a lot of, loading time, customs clear services, shipping documents need ready in time or there will have additional fee from port and shipping company.

[...] Shipping lithium batteries by sea [36] Takes the Sea freight of your shipment containing lithium batteries very seriously and complies with the International Sea Transport Association (IATA) and International Civil Aviation Organization (ICAO) regulations for carrying such items as a carrier. We want to ensure that you as a shipper are aware of all the requirements in shipping this lithium and help you to overcome any challenges or obstacles you may face.



Figura 11

A seguito della sequela di incidenti che hanno riguardato il Galaxy Note 7 [37], le compagnie di trasporto navale hanno iniziato a porre maggiore attenzione al carico di batterie al Litio, Litio ione e apparecchi utilizzatori [38]:

The Standard Club is warning shipowners to be careful when transporting lithium-ion batteries in the wake of widespread reports of many Samsung Galaxy Note 7 phones self-igniting.

“The exposure to members arising from carriage of these batteries is potentially wide and includes claims in respect of damage to cargo and hull by fire, personal injury, deviation, storage and disposal costs, pollution, salvage or even wreck removal,” the P&I club noted in an alert to members.

Lithium-ion batteries are classified as Class 9 goods (under UN numbers 3480 and 3481) in the International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code due to the dual hazard properties associated with their chemical and electrical content:

The IMDG Code expressly cautions that “electrical lithium batteries may cause fire due to an explosive rupture of the body caused by improper construction or reaction with contaminants”. Pursuant to the IMDG Code, shippers are obliged to furnish a vessel with a completed Dangerous Good (DG) cargo declaration.

Additionally, each vessel has a Document of Compliance (DOC) for dangerous cargo which indicates where the batteries can be safely stowed on board. To ensure full compliance during a particular voyage, the classification, packaging and stowage of dangerous goods is governed by laws of the flag state, the countries of the load and discharge ports as well as the laws of any country which the vessel enters while in transit.

The Standard Club said anyone agreeing to carry this cargo are recommended to comply with the following additional precautions:

- *Container inspection (for sealed and unsealed packages) be carried out to ensure conformance with the instructions (P903, P908, P909, LP903 and LP904) of the IMDG Code; and*
- *In the case of used and recalled batteries being shipped, to obtain confirmation in writing from the shippers that the batteries have been discharged to 0% before shipment.*

Used batteries may also be considered as hazardous waste. The shipper is obliged to provide a written declaration to the carrier if in fact the batteries are not considered waste, failing which the carrier runs the risk of the batteries being treated as ‘waste cargo’ pursuant to the guidelines set out in the Basel Convention. The consequence of this may include the batteries being rejected at the discharge port because the cargo was misdeclared.

In such cases, it is not unusual to hear of the shipper/consignee abandoning the cargo and leaving the carrier to bear the storage and disposal costs. Usually, returning the cargo to the load port is not a practical or commercially viable option for the carrier.

The club recommends that members insist that the shipper provides evidence of written consent from the authorities in the place of export, import and transit in accordance with the provisions of the Basel Convention before agreeing to carry the batteries.

Most contracts of carriage evidenced by the bills of lading provide for some form of indemnity in favour of the carrier in respect of the carriage of dangerous cargo. Shipowners should review and ensure strict compliance with the provisions of the indemnity clause when agreeing to carry the batteries in order not to waive or compromise its rights of recourse against the cargo interests by way of the indemnity, the club suggested. Alternatively, if an owner has sufficient commercial bargaining power, it may insist on provision of security by way of a bank guarantee or letter of indemnity from a creditworthy charterer/ shipper or consignee.

"Provided that carriage of the batteries complies with all of the above mentioned requirements imposed by the applicable law(s) and international conventions, club cover remains in place. Conversely, the member's failure to comply with the provisions of the applicable regimes and the guidelines may compromise member's cover," Standard stressed.

Ulteriori precauzioni e politiche restrittive, sono state intraprese da compagnie altamente specializzate nel trasporto marittimo trans-oceanico di merci pericolose, a seguito di importanti incidenti in mare. E' questo il caso della MAERSK. L' Incendio sulla portacontainer Maersk Honam [39] avvenuto il 6 marzo 2018 (Figura 12, Figura 13):

Alle 15.20 (Gmt) del 6 marzo 2018 un incendio è scoppiato sulla nave del Gruppo Maersk mentre navigava a 900 miglia a sud-est di Salalah, nell'Oman. A bordo anche container per l'Italia. La portacontainer, che ha capacità di 15.263 teu, trasportava 7860 container sulla rotta tra l'Asia e il Mediterraneo. Era salpata il 1° marzo dal porto di Singapore e doveva scalare in quello di Marsaxlokk, a Malta, quando alle 15.20 (Gmt) del 6 marzo è scoppiato un violento incendio che ha posto la nave in una situazione "molto critica", come spiega una nota della compagnia marittima. "Dopo avere tentato senza successo di spegnere le fiamme, l'equipaggio ha inviato una richiesta di soccorso e 23 membri sono stati evacuati dalla nave ALS Ceres, che è arrivata sul posto alle 18.30". Sono però dispersi quattro marittimi. La mattina del 7 marzo l'incendio era ancora in corso.

Sulla Maersk Honam potrebbero esserci anche container destinati all'Italia, perché la rotazione della nave, del servizio AE11/Jade prevede scali anche a La Spezia e Gioia Tauro. La Maersk Honam è stata varata nel 2017 e Maersk dichiara che non si conoscono ancora le cause dell'incendio, che si presume sia scoppiato all'interno di un container e che poi si è esteso sul ponte principale. Questa è la più grande portacontainer finora colpita da un incendio di tali dimensioni e finora il caso più serio era quello della MSC Flaminia, da 6750 teu, incendiata nel luglio 2012 con la morte di tre marittimi.

A seguito dell'incidente, la società armatrice Maersk ha dato avvio ad una politica restitutiva sul trasporto merci via mare [40], specialmente nel caso di coinvolgimento di merci pericolose:

After a thorough review of current safety practices and policies in the stowage of dangerous cargo, Maersk has now completed implementation of new guidelines to improve safety across its container vessel fleet.

Following the deadly fire aboard the 15,000 teu [Maersk Honam](#) in March this year, Maersk took measures and implemented additional preliminary guidelines for stowage of dangerous goods. The company evaluated over 3,000 United Nations numbers of hazardous materials in order to further understand and improve dangerous cargo stowage onboard container vessels and developed a new set of principles called Risk Based Dangerous Goods Stowage.

Together with the American Bureau of Shipping (ABS), Maersk called for a workshop with other industry stakeholders to conduct a comprehensive hazard identification study that validated

these new guidelines which have now been implemented across Maersk Line's fleet of more than 750 vessels. The Risk Based Dangerous Goods Stowage principles have also been presented to the International Maritime Organization (IMO) as well as the Danish Maritime Authorities.

"All cargo aboard Maersk Honam was accepted as per the requirements of the International Maritime Dangerous Goods Code and stowed onboard the vessel accordingly. Despite this, as the fire originated in a cargo hold in front of the accommodation which held several containers with dangerous goods, it had an unbearably tragic outcome," said Ole Graa Jakobsen, head of fleet technology at Maersk. "This clearly showed us that the international regulations and practices with regards to dangerous goods stowage needs to be reviewed in order to optimally protect crew, cargo, environment and vessels."

Sulla nave, che trasportava merci pericolose, erano probabilmente presenti anche batterie Litio-ione [41] (Figura 14). Si evidenzia come il trasporto incida anche sulla qualità delle batterie: l'esposizione a temperature dai 50-60 °C in su, influisce sulla vita media delle batterie; esposizioni o raggiungimento dei 70 °C e oltre, ci porta nel campo di instabilità chimica, ovvero fuori dalla "finestra operativa" delle batterie.

Su questo caso, si desidera condividere la relazione informale sull'incidente, eseguita dal Capitano Diego Ricci [41], nella quale viene esplorata la possibilità che, a bordo fossero caricate anche batterie Litio ione o al Litio. La relazione mette in luce le lacune relative al piano di carico delle navi cargo, dei controlli e della gestione dei rischi. Dovrebbero essere utilizzati sensori di temperatura posti all'interno dei container remotati in cabina, per dare immediatamente il segnale di allarme, come anche l'immediato utilizzo di agenti di raffreddamento e/o estinguenti.

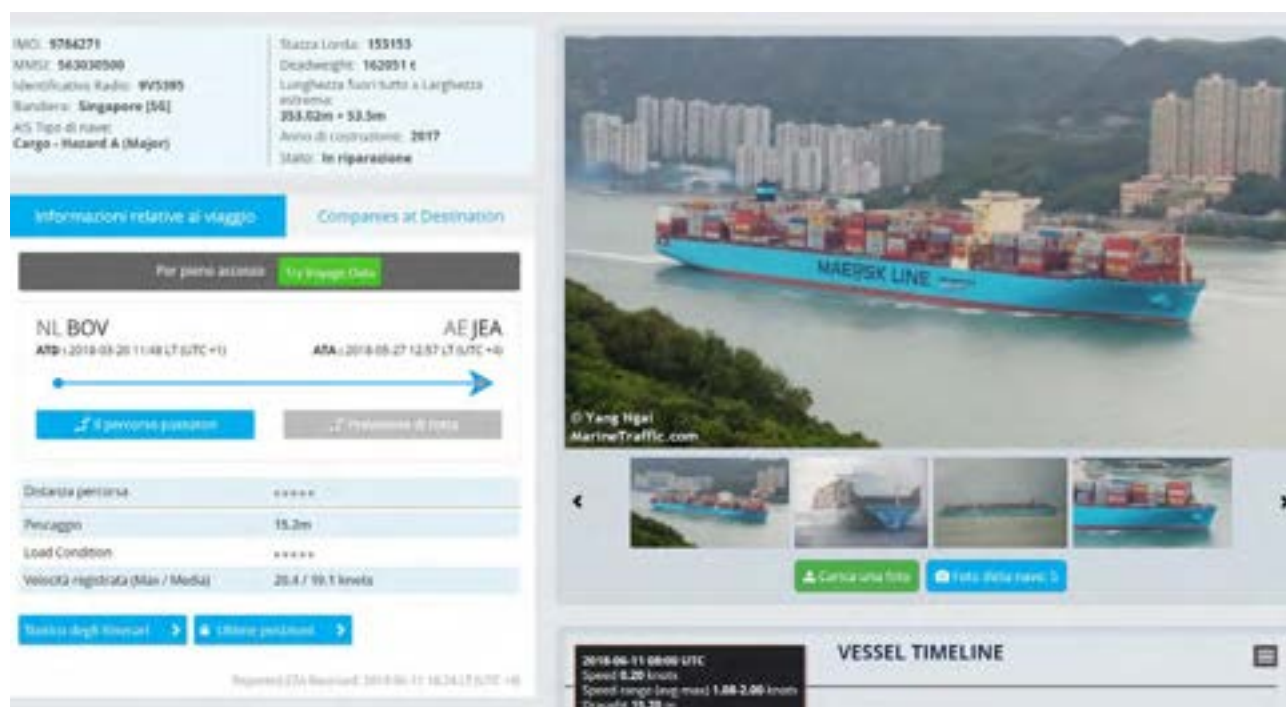


Figura 12



Maersk Honam fire in the Arabian Sea.

Figura 13. <http://gcaptain.com/fire-damaged-maersk-honam-headed-jebel-ali/>



Figura 14

2.5.1 Relazione e considerazioni sull'incendio avvenuto a bordo della M/n "Maersk Honam" [41]

Le immagini dell'incidente evidenziano un'emergenza incendio gravissima ed estremamente difficile da affrontare, nonostante l'equipaggio, aiutato poi dai soccorritori, riesca a contenere le fiamme solo alla parte prodiera (anteriore) della nave, scongiurandone la sua completa distruzione e forse anche il naufragio, ma permettendogli altresì di essere rimorchiata al sicuro nel porto rifugio di Jebel Ali e consentendo ai periti di investigare sull'accaduto. Infatti per ragioni di sicurezza lo sbarco del carico ancora indenne può avvenire solo dopo il nullaosta della commissione d'inchiesta.

Sebbene la causa scatenante dell'incendio sia ancora sconosciuta, si potrebbero però formulare alcune ipotesi: probabilmente l'innesco è avvenuto all'interno di un contenitore, direi uno di quelli posti più in basso, dopodiché il fuoco ed il calore si sarebbero propagati per conduzione agli altri container distanti solo pochi decimetri, questi incendiandosi a loro volta avrebbero esteso il rogo a dismisura.

Si può immaginare che le fiamme alimentate dal vento siano diventate subito talmente alte e minacciose da vanificare gli sforzi dell'equipaggio nel tentativo di domarle. L'unica possibilità per loro è stata quella di raffreddare con gli idranti i contenitori ancora intatti vicini a quelli roventi, con la speranza di ostacolarne la propagazione. Credo infatti che se avessero indirizzato i getti direttamente sulle lingue di fuoco, a causa della loro elevata temperatura, si sarebbe creato il fenomeno della piroscissione con ulteriore aggravio dell'emergenza. Risulta alla fine decisivo l'intervento dei rimorchiatori di soccorso e dei loro cannoni lancia acqua; il bilancio purtroppo è comunque molto pesante con quattro marinai morti, due gravemente ustionati, nonché la nave seriamente danneggiata e parte del carico distrutto.

Come se non bastasse, proprio l'acqua salata spruzzata in grandi quantità dai rimorchiatori per spegnere l'incendio danneggia quasi tutto il carico non ancora bruciato, cancellando forse anche importanti indizi sulla causa del disastro.

Dando per probabile che l'innesco sia avvenuto all'interno di un contenitore, la prima domanda che mi pongo è: all'inizio c'è stata una deflagrazione oppure una combustione? E poi di quale materiale si sarebbe trattato? Il Codice International Marine Dangerous Goods (IMDG) prevede norme restrittive per il trasporto via mare di merci pericolose, le quali possono essere imbarcate ma seguendo procedure scrupolose e codificate. L'elenco di sostanze sensibili sia liquide, solide o gassose è smisurato: si inizia dai prodotti chimici per finire con quelli nucleari e non ultimi, ci sono anche gli accumulatori. Su quest'ultima tipologia mi sento di affermare che la regolamentazione o l'esperienza acquisita in tale ambito sia minore rispetto alle altre, ma ovviamente è solo una mia considerazione.

Se, come ho detto, il calore si è sviluppato all'interno di un container d'acciaio carico di oggetti, mi chiedo se sia possibile ipotizzare che il processo sia stato realmente indotto dalla torrida temperatura esterna. La nave stava attraversando il mar Arabico e non c'è da meravigliarsi se all'interno di molti container, soprattutto quelli più esposti al sole per tante ore, la temperatura possa aver superato i 45 gradi centigradi. Nel caso in cui il carico sottoposto ad un tale stress termico fosse composto da solventi, prodotti chimici aromatici o batterie agli ioni di litio, si potrebbero innescare fenomeni di auto combustione catalitica o di esplosione. Ricordo ad esempio che qualche anno fa un aereo di linea fu quasi distrutto da un incendio causato dagli accumulatori di bordo.

Ammetto di non avere evidenze al riguardo, tuttavia è un'ipotesi che a mio parere deve essere vagliata con la dovuta attenzione. Aggiungo che migliaia di navi simili alla M.H. attraversano ogni anno gli oceani passando per le latitudini tropicali senza che questo crei loro dei problemi.

Nell'ambito marittimo in generale ed in particolare nel settore delle merci pericolose l'IMO (International Maritime Organization) con sede a Londra elabora e suggerisce le norme da adottare, sulla cui guida gli Stati membri legiferano. Fra i vari codici emanati prendiamo in considerazione il Codice CTU (Cargo Transport Unit), che regola la movimentazione e la spedizione di merci via mare nonché le istruzioni su come riempire un container: un compito assai delicato quando i carichi sono sensibili. I blocchi d'acciaio adibiti a tali trasporti devono per prima cosa essere in perfette condizioni e con la certificazione di collaudo valida. All'esterno hanno dei cartelli con colori, codici numerici ed indicazioni particolari che ne evidenziano la tipologia di pericolosità ad esempio: infiammabile, esplosivo, velenoso, corrosivo, infettante ecc. Essi viaggiano accompagnati ciascuno da un certificato di carico firmato da chi li ha riempiti. Il comando nave ha una scheda di sicurezza per ogni singolo prodotto, nonché una guida per il soccorso medico.

Il "piano di carico" è il documento fondamentale in cui vengono indicati tutti i container a bordo, con peso, dimensioni, porto di destinazione ecc., tranne indicazioni sul loro contenuto; è ormai da diversi anni che il p.c. viene preparato negli uffici della compagnia armatrice così da alleviare gli equipaggi dai complicati e

continui calcoli necessari a garantire una buona stabilità alla nave nonché evitarle, viste le dimensioni sempre maggiori, dannosi stress meccanici. Il piano di carico riporta inoltre i punti dove sono impilati i contenitori con sostanze a rischio e/o sensibili, i quali per convenzione dovrebbero essere sempre esterni, ben visibili ed il più possibile isolati.

Un'attenta analisi dei prodotti trasportati dalla nave ed in particolare di quelli situati nella zona in cui si ritiene possa essere divampato l'incendio può aiutarci a trovare la causa del disastro. Ovviamente è un compito arduo se consideriamo che lì quasi tutto è distrutto o vaporizzato. Noto che per fortuna la struttura del ponte di comando e degli alloggi equipaggio situata a circa due terzi della lunghezza nave ha funto da barriera evitando che il fuoco si propagasse al carico più a poppavia (più indietro), inoltre non vi è stata un'esplosione devastante e la nave ha continuato a galleggiare dritta senza ingavonarsi, un vero miracolo. Naturalmente ogni nave è dotata di un potente impianto antincendio con più pompe ad alta capacità e molti idranti con manichette, ci sono anche impianti fissi ad anidride carbonica, a schiuma, o pioggia (soprattutto nei garage dei traghetti). Abbiamo anche diverse stazioni antincendio dotate di attrezzature come le tute ignifughe, gli autorespiratori, gli schiumogeni, gli estintori ecc.; cartelli affissi ovunque indicano poi l'ubicazione di ogni attrezzatura o dispositivo.

È singolare però che un incidente di tale gravità avvenga su di una nave così nuova, di proprietà di una compagnia di navigazione fra le prime al mondo, con una grande esperienza nel settore e famosa per aver da sempre adottato standard di sicurezza e qualità elevati. La letteratura attuale sull'argomento incendio a disposizione di progettisti e cantieri è davvero vasta, tant'è che su una nave di tali dimensioni dovrebbero esserci anche dei sensori di fumo / alte temperature all'interno delle stive, che inviano eventuali allarmi ad un quadro sinottico sul ponte di comando, oltre alle specifiche a riguardo definite dalla convenzione internazionale per la salvaguardia per la vita umana in mare nota come Solas (Safety of life at sea).

Sarebbe anche interessante sbobinare la cosiddetta "scatola nera" o voice recorder VOR. Durante il giorno c'è sempre del personale in giro in coperta ed è strano che nessuno abbia notato alcuna anomalia con un certo anticipo. In navigazione di notte invece, oltre al personale di guardia in plancia, un marinaio ogni ora fa un controllo generale della nave sebbene all'esterno con la nave oscurata sia difficile notare qualcosa di anomalo, a meno che non si trovi vicino a chi controlla. Il problema allora forse è da ricercare nel caricatore? Eppure chi gestisce e movimentata dangerous goods deve fare dei seminari e superare esami specifici, qui ci ricollegiamo al CTU code, poiché c'è sempre un responsabile che firma il certificato di carico. Siamo sicuri che tutto sia stato fatto secondo le regole? Sarebbe possibile consultare anche il Safe Sea Net il network con il quale si trasmettono fra una nazione e l'altra tutte le informazioni riguardanti il trasporto di merci pericolose via mare.

Alla luce degli eventi sopra descritti e delle considerazioni effettuate, mi sentirei di suggerire l'installazione di sensori di temperatura all'interno dei container adibite al trasporto di merci pericolose, nonché impartire disposizioni ancora più stringenti per coloro che caricano questo tipo di materiali e dispositivi di accumulo.

Roma, 11 VI 18.

2.5.2 Incidente in un interporto

A titolo di esempio, si cita il caso di esplosione di incendio avvenuto all'interporto Yantian di Shenzhen [42], in Cina, lo scorso 13 novembre 2017. L'immagine selezionata mostra alcuni dettagli relativi alla logistica di questi luoghi e pone l'accento alle modalità costruttive dei container (Figura 15):

In the evening Nov 10 explosion and ensuing fire reportedly occurred in the containers stacked at Yantian Container Terminal, Shenzhen, Guandong, China. Fire said to be major, one or more containers' bottom was burned through, probably container was loaded with lithium batteries. Container or containers which suffered explosion were to be shipped soon – luckily, they exploded while at Terminal, not on board of container ship.



Figura 15

3 I Data Base incidentali

In alcuni casi si rileva una non corretta differenziazione tra batterie primarie (o Pile) al Litio (non ricaricabili) e batterie secondarie (o Accumulatori) Litio-ione (ricaricabili).

I limiti sono costituiti dalle Fonti di informazione: difficile accedere ad informazioni provenienti all'area asiatica (Cina, Giappone, Korea, ecc.).

3.1 Il Data Base ARIA (BARPI)

In seno al Ministero dello Sviluppo Economico e Solidale/Direzione generale per la prevenzione dei rischi, l'ufficio di Analisi dei rischi e Inquinamento industriale - Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI), è incaricato di raccogliere, analizzare e diffondere le informazioni e gli insegnamenti in materia di incidenti industriali e tecnologici.

Il data base ARIA [43] (Analysis, Research and Information on Accidents) raccoglie le informazioni sugli eventi incidentali (incidents & accidents) che hanno, o potrebbero aver avuto, effetti deleteri sulla salute umana, sulla sicurezza pubblica o sull'ambiente. Questi eventi riguardano: attività effettuate negli impianti industriali a rischio di incidente rilevante; trasporto di materiali pericolosi mediante ferrovia, strada o vie navigabili; distribuzione del gas e utilizzo; apparecchiature impressione; miniere e stoccaggi sotterranei, dighe.

ARIA contiene oltre 46.000 eventi incidentali avvenuti in Francia o all'estero e circa 1200 eventi sono aggiunti nel data base ogni anno. Le fonti di informazioni primaria di questo data base sono costituite da: servizi di emergenza, autorità ispettive, mezzi di comunicazione di massa, professionisti e corrispondenti stranieri. Esso costituisce la memoria storica degli eventi incidentali riporta le seguenti informazioni: circostanze, conseguenze, cause incidentali, protocolli di intervento adottati, e misure preventive e protettive utilizzate per evitare la ripetizione degli incidenti e minimizzare le conseguenze.

Il data base è gestito da un gruppo di ingegneri e tecnici del BARPI ed ha una lunga procedura di realizzazione, a partire dalla notizia iniziale di incidente (Figura 16). In caso di evento incidentale, l'informazione viene acquisita e caricata sul sistema. Viene quindi sottoposta alla valutazione di un'apposita commissione che si riunisce sei volte l'anno, dopodiché viene pubblicata sul sito Web di ARIA e messa a disposizione del pubblico, dopo circa sei mesi dall'evento iniziale. Nel caso in cui si venga in possesso di ulteriori elementi conoscitivi riguardo uno specifico evento, la descrizione dell'incidente viene modificata, garantendo un aggiornamento continuo delle informazioni, oltre che una verifica di merito.

Il BARPI produce una serie di pubblicazioni periodiche (Figura 17): una newsletter bimestrale, articoli provenienti dalla stampa, un rapporto sintetico di due pagine su particolari argomenti (*ARIA Newsflashes* – Allegato 1), rapporti dettagliati degli incidenti di maggiore rilievo, un'analisi approfondita degli incidenti riguardanti settori di particolare interesse.

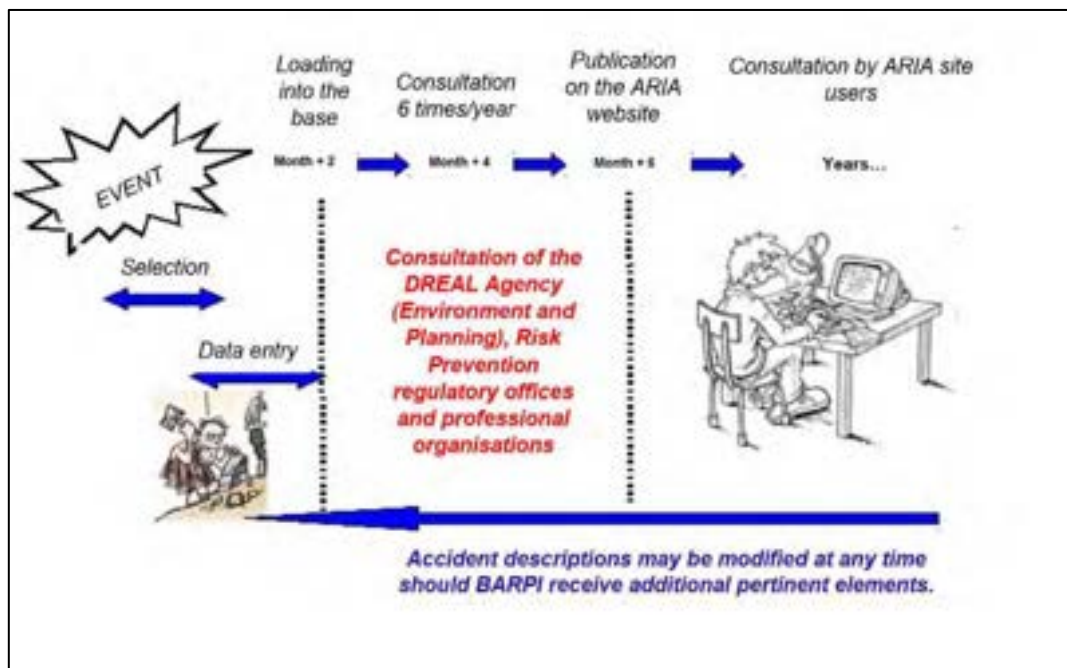


Figura 16



Figura 17

E' stata effettuata una rapida consultazione di ARIA, utilizzando le voci: *Lithium ion batteries* [44] (Figura 18) e *Lithium batteries* [45] (Figura 19): nel primo caso sono stati ottenuti sette risultati e 30 nel secondo. I rapporti di interrogazione contengono un sommario degli eventi, preceduti da un numero progressivo, data, luogo, altri riferimenti alle *key-words* del DB.

Nei paragrafi seguenti si riportano alcuni esempi di rapporti di incidente.



The screenshot shows the ARIA website interface. At the top, there is a logo for the French Republic and the ARIA logo, followed by the text "La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques". Below this is a navigation bar with links: "THE BARR", "IN CASE OF AN ACCIDENT", and "ACCIDENTOLOGY". The main content area displays "Search results for 'lithium ion batteries' - 7 results". Below the search bar, there is an "ADVANCED SEARCH" section with a search input field containing "lithium batteries" and a search button. To the right of the search bar, there is a "Guidelines" link. Below the search bar, there is a red button labeled "Show extended search filters". The search results list shows a result with the title "50643" and a date "11/11/2017". The result text is in French and mentions "lithium-ion" and "batteries". There is a "Read more" link at the bottom of the result.

Figura 18



The screenshot shows the ARIA website interface. At the top, there is a logo for the French Republic and the ARIA logo, followed by the text "La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques". Below this is a navigation bar with links: "THE BARR", "IN CASE OF AN ACCIDENT", and "ACCIDENTOLOGY". The main content area displays "Search results for 'lithium batteries' - 30 results". Below the search bar, there is an "ADVANCED SEARCH" section with a search input field containing "lithium batteries" and a search button. To the right of the search bar, there is a "Guidelines" link. Below the search bar, there is a red button labeled "Show extended search filters". The search results list shows a result with the title "Used lithium batteries are not ordinary waste!" and a date "11/11/2018". The result text is in English and mentions "lithium batteries" and "storage cells". There is a "Read more" link at the bottom of the result.

Figura 19

3.1.1.1 Incendio in un centro di ricerche [46]

Data: 21/07/2017

Luogo: Francia - VERNEUIL-EN-HALATTE

A 18h20, un feu se déclare dans une cellule d'essai thermique de 14 m² d'un centre d'essais industriels. Un essai de court-circuit sur une batterie lithium-ion démarre à 14h30 dans la cellule. Durant l'essai, la température monte à 400 °C. Celui-ci prend fin à 15h30. A 17 h, la température descend en dessous de 50 °C. L'essai prévoit un monitoring de plusieurs paramètres pendant 24 h : mesures en continu de la température, tension et teneur en gaz. Un enregistrement vidéo de la cellule permet de déterminer la chronologie de l'évènement. Un emballement thermique de la batterie se produit à 18h07. L'incendie démarre à 18h20, entraînant le déclenchement de la détection incendie à 18h45. Le POI est activé. L'exploitant coupe les énergies de l'établissement. Les pompiers éteignent le sinistre. Le caisson de batteries est évacué à l'air libre. Le local est ventilé.

Les dégâts matériels sont importants : intérieur de la cellule thermique calciné, fissures sur la façade de la cellule d'essai, analyseurs de gaz hors service, dispositif d'extinction à eau hors service, instrumentations de la cellule détruits. Le laveur de gaz, les gaines d'extraction et le palan situé au-dessus de la cellule doivent être expertisés.

L'emballement s'est produit 2h30 après la fin de l'essai alors que la température, 1h30 après l'essai, était inférieure à 50 °C. Un emballement aussi tardif n'avait jamais été répertorié. L'exploitant cherche à déterminer les causes de cet emballement tardif.

Une cellule de crise interne pour la gestion de la situation post accident est mise en place le 24/07. Suite au retour d'expérience réalisé le 27/07, plusieurs pistes d'amélioration sont identifiées :

- redéfinition du dimensionnement maximal des essais ;
- réflexion sur le réaménagement de la cellule (système d'extinction automatique sur commande, etc.) ;
- réflexion sur une possible connexion à distance pour accéder aux caméras installées dans la cellule ;
- révision des consignes associées à ces essais.

En 2013, un feu de batterie électrique a déjà eu lieu sur ce site (Aria 44622)

3.1.1.2 Esplosione di un vagone merci contenente batterie Litio-ione esauste [47]

Data: 23/04/2017

Luogo: Stati Uniti – **HOUSTON** (Figura 20)

Vers 18 h, l'un des wagons d'un train de marchandises explose. Ce wagon transporte des batteries Lithium-Ion usagées en vue de leur recyclage. L'explosion est ressentie à 2 km. Un feu se déclare sur le wagon. Le conducteur arrête le train et prévient les pompiers. Ceux-ci éteignent l'incendie. Le wagon impliqué est séparé du train qui repart vers son point d'origine.

Un bâtiment d'habitation est endommagé par le souffle et les éclats projetés. Situé à 100 m de l'accident, ses vitres sont brisées et des fissures se forment dans les murs. Les riverains indiquent avoir senti une odeur acre après l'explosion, mais les mesures effectuées par les pompiers ne montrent pas de présence d'un nuage toxique.

Un court-circuit entraînant un échauffement et une réaction incontrôlée pourrait être à l'origine de l'incident. Les batteries au lithium ne sont pas classées comme des matières dangereuses aux États-Unis. Le transporteur indique cependant que le rail est le moyen le plus sûr pour le transport de matières dangereuses.



Figura 20

3.1.1.3 Incendio all'interno di un deposito RAEE (DEEE) [48]

Data: 01/10/2017

Luogo: Francia

Dans un centre de tri, transit et traitement de DEEE (déchets des équipements électriques et électroniques), un feu se déclare suite au déchargement de petit électroménager en mélange (PAM). L'incendie est maîtrisé avec les moyens internes.

Selon l'exploitant, le départ de feu serait lié à une batterie au lithium (lithium-ion). Des actions correctives sont mises en place :

réorganisation des livraisons, afin de ne plus décharger de PAM après 16 h sur le site et de permettre une période de surveillance avant la fermeture ;

réorganisation des stockages de PAM en 2 cellules distinctes afin de limiter les risques de propagation.

3.1.1.4 Incendio di batterie Litio-ione in una centrale elettrica [49]

Data: 11/11/2017

Luogo: Belgio

Un feu se déclare dans un conteneur abritant des batteries lithium-ion dans une centrale électrique. Ces batteries, présentes en vue d'un test de stockage d'électricité à grande échelle, ne sont pas en service. Un dégagement de fumée âcre et légèrement toxique est présent. Les batteries sont isolées. Les pompiers remplissent le conteneur d'eau pour en réduire la température. L'une des portes du conteneur ferme difficilement, rendant la tâche des pompiers difficile. Le plan d'urgence communal est déclenché. Les habitants sont confinés. Durant l'intervention, la circulation routière est fermée. Vers 16 h, les pompiers parviennent à maîtriser l'incendie.

D'après la presse, l'incendie serait dû à un échauffement, provoqué par un court-circuit, sur une des batteries.

3.1.1.5 *Incendio originato da un collo di 156 celle Litio-ione in un centro dell'operatore postale francese ColiPoste[50]*

Data: 12/05/2017

Luogo: Francia

A 2h30, un feu se déclare sur un colis contenant des batteries d'outillage dans un entrepôt de 33 000 m² stockant des colis postaux (autorisation 1510). Une épaisse fumée est visible suivie d'un violent embrasement. L'alerte est déclenchée manuellement. Le trieur est arrêté, le personnel est évacué. A l'arrivée des pompiers, l'incendie est déjà maîtrisé par le personnel à l'aide d'extincteurs à poudre. Ils ouvrent les trappes de désenfumage.

Le sinistre entraîne une perte d'exploitation de 20 000 colis triés.

Un pack de batteries lithium-ion composé de 156 cellules est à l'origine du départ de feu. Certaines cellules de ce pack se sont violemment enflammées suite à leur chute sur le tapis d'un retourne conteneur. Une dizaine de secondes après la chute, les flammes atteignaient plus de 3 m de haut.

3.1.1.6 *Incendio di batteria Litio-ione all'interno di un garage [51]*

Data: 17/06/2016

Luogo: Francia

Vers 10h45, dans un garage automobile de 1 300 m², un feu se déclare dans un local technique de 400 m² de stockage de batteries (Lithium-ion). A l'arrivée des pompiers, le bâtiment est embrasé. Le personnel est évacué. Les batteries sont mises à l'air libre et refroidies. L'incendie est éteint vers 14h30. Une surveillance est mise en place pour contrôler la température des batteries. Des prélèvements d'air sont réalisés. Deux personnes sont légèrement intoxiquées.

3.1.1.7 *Maintenance and repair of motor vehicles*

N° 48170 - 17/06/2016 - FRANCE - 78 – BUC

Vers 10h45, dans un garage automobile de 1 300 m², un feu se déclare dans un local technique de 400 m² de stockage de batteries (Lithium-ion). A l'arrivée des pompiers, le bâtiment est embrasé. Le personnel est évacué. Les batteries sont mises à l'air libre et refroidies. L'incendie est éteint vers 14h30. Une surveillance est mise en place pour contrôler la température des batteries. Des prélèvements d'air sont réalisés. Deux personnes sont légèrement intoxiquées.

3.1.1.8 *Incendio in una fabbrica di automobili [52]*

Data: 29/12/2014

Luogo: Francia

Une batterie lithium-ion est à l'origine d'un violent départ de feu dans une usine automobile. Suite au constat par un opérateur de la hausse anormale de température de la batterie au moment de sa mise en place sur son moyen d'essai, la batterie a été transportée dans une zone sécurisée et immergée dans un grand volume d'eau prévu à cet effet. Cette immersion a généré une détonation sourde et un violent départ de feu qui n'a fait aucun blessé. Les 40 employés évacuent les lieux.

L'analyse de l'accident montre que le circuit de refroidissement par eau de la batterie accidentée présentait un défaut d'étanchéité. A la mise en eau, un court-circuit interne a engendré un emballement thermique sur une ou plusieurs cellules. En parallèle, l'eau d'immersion était chargée en sel afin d'accroître la décharge de la batterie noyée. Il semblerait que l'eau salée ait amplifié le phénomène d'emballement thermique et généré un fort dégagement d'hydrogène à l'origine de la détonation et de l'inflammation de vapeurs à la surface de l'eau. Par ailleurs aucun dégagement de fluorure d'hydrogène n'a été constaté.

A la suite de cet accident, les dispositions suivantes ont été prises :
refonte des procédures d'urgence en cas d'incident sur une batterie ;
optimisation/renforcement des processus qualité de vérification d'une batterie en fin de cycle de fabrication et avant essai ;
suppression de l'apport de sel dans l'eau d'immersion des batteries ;
fourniture de détecteurs portatifs d'acide fluorhydrique gazeux, à utiliser avant toute manipulation d'une batterie incidentée ou douteuse ;
mise en place d'extracteurs d'air spécifiques dans les laboratoires batterie (zones sécurisées ou les batteries sont manipulées en cas d'incident ou de démontage).

3.2 Il data Base HAZMAT (FAA)

Presso la FAA (Federal Aviation Administration) del Dipartimento dei trasporti americano (DOE), esiste l'Ufficio "Security and Hazardous Materials Safety" con il compito di "assicurare la sicurezza del traffico aereo, supportare la sicurezza nazionale dello spazio aereo e promuoverne un utilizzo efficiente". Tra le discipline di cui si occupa vi è la sicurezza dei materiali pericolosi. L'ufficio assicura l'adeguamento della agenzia con le leggi pubbliche, le direttive nazionali e quelle del Dipartimento dei trasporti. Inoltre l'ufficio ha compiti di identificazione, sviluppo, implementazione, gestione e supervisione dei processi di security all'interno della agenzia al fine di ridurre i rischi dovuti a spionaggio, sabotaggio, vandalismo, terrorismo e altri atti criminali; si occupa inoltre della gestione degli incidenti.

Per quanto riguarda la sicurezza dei materiali pericolosi [53], l'ufficio si occupa di aumentare la sicurezza del trasporto aereo attraverso la prevenzione degli incidenti che riguardano i materiali pericolosi e degli incidenti che avvengono a bordo aereo. Oltre 100 agenti speciali sono dedicati alla applicazione e alla formazione del personale coinvolto, assicurando l'adeguamento ai regolamenti del DOT. L'ufficio si dedica poi alla implementazione del data base incidentale HAZMAT, e controlla l'applicazione delle norme sul trasporto di merci pericolose (*Hazardous Materials Regulations, 49 CFR Parts 171-179*) sul territorio, sia in entrata che in uscita e all'interno degli Stati Uniti.

Nell'ambito di HAZMAT, viene periodicamente aggiornata la *"List of events of on Aviation Cargo and Passenger Baggage Events Involving Smoke, Fire, Extreme Heat or Explosion Involving Lithium Batteries or Unknown Battery Types"* [54].

L'elenco, riporta informazioni relative a incidenti registrati dal 1991 ad oggi. Si tratta di 238 eventi che hanno coinvolto batterie al litio e litio ione trasportate via cargo o nei bagagli. Naturalmente si tratta di eventi di cui la FAA è al corrente, quindi non si tratta di una lista esaustiva di incidenti. L'elenco non rappresenta tutte le informazioni che la FAA ha raccolto e non include tutte le informazioni sui processi investigativi o sulle azioni intraprese. Nella lista non include i tre incidenti gravi riguardanti aerei cargo che trasportavano batterie al litio, nei quali le batterie sono state coinvolte, ma non è provato che siano state la sorgente degli incendi. Si tratta dei seguenti eventi:

- Asiana Airlines 747, in prossimità della Korea del Sud, 28 luglio 2011;
- UPS 747, Dubai, UAE, 3 settembre 2010
- UPS DC-8, Philadelphia, PA, 7 febbraio 2006

Solo nel 2018 il rapporto ha riportato 48 incidenti, che hanno interessato i dispositivi elencati di seguito (Tabella 3). Lo stralcio del DB relativo al 2018, è riportato in Allegato 2.

Tabella 3

Batterie, power bank e caricabatterie	Battery ; Battery Charger/ Battery Pack; Battery heated socks (Flambeau brand); Power bank; Power pack/ charging device; Spare battery
Elettronica di consumo	Cell phone spare batteries ; e-cigarette; iPad; iPhone; Lap Top
Dispositivi medici	Medical device
Veicoli elettrici	Scooter

3.3 Altri Data Base

Dal Sito WEB di ARIA abbiamo avuto accesso al collegamento con altri DB incidentali, che si presentano nella tabella seguente (Tabella 4).

Tabella 4. Altri DB incidentali

Ente gestore	Denominazione del DB	Sommario dei contenuti e degli scopi	Sito web
The French national research institute for safety (INRS)	EPICEA	Est une base de données factuelle sur les accidents du travail des salariés du régime général de la Sécurité sociale, résultat d'une collaboration entre la CNAMT, les CARSAT/CRAMIF et l'INRS. Elle existe depuis 1988. Elle analyse plus de 20 000 accidents graves et mortels.	http://www.inrs.fr/publications/bdd/epicea.html
Major Accident Hazards Bureau (MAHB) of the European Commission's Joint Research Centre (JRC)	MARS	eMARS contains reports of chemical accidents and near misses provided to the Major Accident Hazards Bureau (MAHB) of the European Commission's Joint Research Centre (JRC) from EU, EEA, OECD, and UNECE countries (under the TEIA Convention). Reporting an event into eMARS is compulsory for EU Member States when a Seveso establishment is involved and the event meets the criteria of a "major" accident as defined by Annex VI of the Seveso III Directive (2012/18/EU). For non-EU OECD and UNECE countries, reporting accidents to the eMARS database is voluntary. The information of the reported event is entered into eMARS directly by the official reporting authority of the country in which the event occurred.	https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/content
Germany (Agenzia federale per l'ambiente (Umweltbundesamt (UBA)) e Istituto federale per la ricerca (Bundesanstalt für Materialforschung und -Prüfung (BAM))	ZEMA	The Central Reporting and Evaluation Office for Major Accidents and Incidents in Process Engineering Facilities (Zentrale Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen - ZEMA) records, evaluates and publishes in annual reports all events which must be reported to the authorities pursuant to the 12th Federal Immission Control Ordinance. Such reportable events are sub-divided according to their hazard potential into major accidents and disturbance of normal operation. The systematic recording and evaluation of events will provide information which acts as an important basis for a further development of the state of the art of safety technology.	http://www.infosis.uba.de/index.php/en/index.html https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/anlagensicherheit/zentrale-melde-auswertestelle-fuer-stoerfaelle
Germany	ProcessNet Incident Database	Database for accidents occurring in the chemistry industry in Germany (with search engine)	https://processnet.org/en/incident_db.html
ERA – European Railway Agency	railway accidents in europe	The european railway agency publishes reports on railway accidents in europe (in english).	https://pdb.era.europa.eu/safety_docs/naib/default.aspx
Paesi Bassi - TNO Industrial and External Safety	FACTS	FACTS is the acronym for "Failure and Accidents Technical information System". FACTS is an accident database which contains information on more than 25,700	http://www.factsonline.nl/

Ente gestore	Denominazione del DB	Sommario dei contenuti e degli scopi	Sito web
		(industrial) accidents (incidents) involving hazardous materials or dangerous goods that have happened all over the world during the past 90 years.	
The CCPS (center for Chemical Process Safety)	BEACON	Sponsored and produced by CCPS , the Process Safety Beacon is a resource aimed at delivering process safety messages to plant operators and other manufacturing personnel. The monthly one-page newsletter covers the breadth of process safety topics. Each issue presents a real-life accident, and describes the lessons learned and practical means to prevent a similar accident in your plant. With an estimated distribution of a million readers, the Beacon is CCPS' most widely read publication.	https://www.aiche.org/ccps/resources/process-safety-beacon?e=1
U.S. Chemical Safety Board	CSB database	The CSB is a US federal independent agency in charge of analysing chemical accidents. The corresponding reports and videos can be downloaded on their website	https://www.csb.gov/
U.S. National Transport Safety Board (NTSB)	NTSB Database	Accident Reports are one of the main products of an NTSB investigation. Reports provide details about the accident, analysis of the factual data, conclusions and the probable cause of the accident, and the related safety recommendations. Most reports focus on a single accident, though the NTSB also produces reports addressing issues common to a set of similar accidents.	https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AccidentReports.aspx
Japan National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) and Japan Science and Technology Corporation (JST) .	RISCAD	Relational Information System for Chemical Accidents Database (RISCAD)	https://riscad.aist-riss.jp/?lang=en
Japan Science and Technology Agency	JST Failure Knowledge Database	Japanese database gathering industrial accidents, that took place around the world, in various sectors (chemistry, petrochemistry, food industry...), as well as natural disasters and nuclear accidents. The latest accidents available date back to 2004.	http://www.sozogaku.com/fkd/en/index.html http://www.sozogaku.com/fkd/en/index.html

4 I Data Base di richiamo di prodotti commerciali pericolosi

Negli USA, la lista dei richiami dal mercato di prodotti destinati al consumo, che consegue ad una informativa proveniente dai consumatori o dalle aziende relativamente a prodotti che vengono considerati non sicuri, è gestita dalla “Consumer Product Safety Commission” (CPSC) [55].

Una analoga lista è gestita dall’Unione Europea, si chiama RAPEX [56] ed è realizzata dalla Direzione Generale Consumatori della Commissione Europea che ha realizzato il portale “*Safety Gate - the rapid alert system for dangerous non-food products*” in accordo alla DIRETTIVA 2001/95/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 3 dicembre 2001 relativa alla sicurezza generale dei prodotti.

The Safety Gate rapid alert system enables quick exchange of information between 31 European countries and the European Commission about dangerous non-food products posing a risk to health and safety of consumers.

*If a manufacturer or distributor finds out that one of their products on sale is dangerous, they have to inform the competent National Contact ³ in charge of receiving and dealing with alerts of dangerous non-food consumer products sent according to Article 5(3) of the General Product Safety Directive (2001/95/EC). In this case it is recommended to use this tool: **Business Gateway** [57]*

La comunicazione attraverso la *Business Gateway* è strettamente proibita per le terze parti, ed è riservata ai produttori, distributori o rappresentanti autorizzati dei prodotti notificati, come previsto dall’articolo cinque della direttiva 2001/95/EC. L’autorità nazionale competente può utilizzare le informazioni di cui viene in possesso per effettuare una notifica RAPEX dopo una istruttoria preliminare. La procedura di notifica è illustrata in Figura 21 e Figura 22.

Si evidenzia una maggiore facilità di ricerca informazioni sul DB degli Stati Uniti ed una più accurata informazione. E’ necessario porre attenzione alle informazioni raccolte perché contraddittorie (Figura 10) e selezionare quelle certe, facendo controlli incrociati con i produttori o i responsabili di immissione sul mercato e con le notizie su stampa anche spingendosi a livello internazionale. Occorre tenere conto dei “silenzio stampa” adottato da rappresentanze locali di multinazionali e aziende di particolare importanza. Più volte si riscontra un diverso livello di accuratezza di pubblica informazione.

³ Per l’Italia: Giuseppina RAFFAELE, Donatella MELUCCI, Dirigente Dr. Lucio Loiero - Ministero Dello Sviluppo Economico Direzione Generale per il mercato, la concorrenza, il consumatore, la vigilanza e la normativa tecnica Divisione VII - Qualità dei prodotti e dei servizi e professioni non organizzate in ordini o collegi – Sicurezza e conformità dei prodotti - Via Sallustiana 53 00187 ROMA - Phone: +39 0647055373 e 0647055349; Phone: +39 06 4705 5355 - Fax: +39 06 4705 5379 – email: pcrapex.italia@mise.gov.it



Figura 21



Figura 22



Figura 23. Scheda incongruente

4.1 Consultazione del DB CPSC

E' stata effettuata una prima ricerca tematica sul data base USA [58] nella quale vengono riportati ben 40 richiami alla data di consultazione del database, corrispondente all'11 agosto 2018 che includono batteria per bicicletta, computer laptop, guanti riscaldati, Hoverboard [59] (Tabella 5)

Tabella 5

8 febbraio 2018	 Fujitsu Recalls Battery Packs for Fujitsu Notebook Computers and Workstations Due to Fire and Burn Hazards The lithium-ion battery packs can overheat, posing burn and fire hazards to consumers. Remedy: Consumers should immediately stop using the recalled battery packs, power off the laptop, remove the battery and follow instructions to obtain a free replacement battery pack. Until a replacement battery pack is received, consumers should use the laptop by plugging in AC power only. Units: About 5,800 in the U.S. and 606 in Canada
4 gennaio 2018	 HP Recalls Batteries for Notebook Computers and Mobile Workstations Due to Fire and Burn Hazards The lithium-ion batteries can overheat, posing fire and burn hazards Remedy: Consumers should immediately visit www.HP.com/go/batteryprogram2018 to see if their battery is included in the recall and for instructions on how to enable "Battery Safety Mode" if their battery is included in the recall. The website provides consumers instructions on how to initiate the validation utility to check their battery and what to download if their battery is included in the recall. These batteries are not customer-replaceable. HP will provide free battery replacement services by an authorized technician. Units: About 50,000 (in addition, 2,600 were sold in Canada)

14 novembre 2017	Sonic Smart Wheels Self-Balancing Scooters/Hoverboards Recalled by Dollar Mania Due to Explosion and Fire Hazards The lithium-ion battery packs in the self-balancing scooters/hoverboards can overheat, posing a risk of the products smoking, catching fire and/or exploding. Remedy: Consumers should immediately stop using the recalled self-balancing scooters/hoverboards and contact Dollar Mania for instructions on returning the hoverboard to receive a free UL2272-certified replacement unit. Units: About 1,000
21 marzo 2016	Panasonic Recalls Lithium-ion Laptop Battery Packs Due to Fire Hazard Conductive foreign material was mixed into the battery cells during manufacturing, posing a risk of fire. Remedy: Consumers should immediately stop using the laptop computer with the recalled battery, power off the device, remove the battery pack and contact Panasonic for a free replacement battery pack. Units: About 387 (in addition, 110 were sold in Canada)
19 aprile 2011	Lithium-Ion Batteries Used with Bicycle Lights Recalled by GeoManGear Due to Fire Hazard In cooperation with the U.S. Consumer Product Safety Commission and Health Canada, Datseplots Inc., dba GeoManGear, of Denver, Colo., is voluntarily recalling about 16,600 (in the United States) and 1,500 (in Canada) lithium-ion batteries used with Magicshine bicycle lights. The lithium-ion batteries can overheat, posing a fire hazard to consumers. Remedy: Consumers should immediately stop using the recalled batteries. The company is notifying all known consumers. Consumers who have purchased the recalled batteries from GeoManGear and have not been contacted should visit www.MagicshineBatteryRecall.com to register to receive a free replacement battery. Units: "About 16,600 in the United States and 1,500 in Canada"

4.2 Consultazione del DB RAPEX

La ricerca è proseguita sul DB europeo, il RAPEX [60], che ha presentato notevoli innovazioni. Tra le quali una maggiore apertura agli utenti finali, ai cittadini (Figura 24). Alla pagina web destinata ai consumatori [61] numerose raccomandazioni, tra le quali le seguenti (Figura 25 e Figura 26). Da questa pagina si accede al DB OCSE dei richiami internazionali [62] dove sono presenti 20358 richiami a partire da prima del 2000 (Figura 27): nella schermata di inizio salta all'occhio il richiamo due tipologie di batterie Litio-ione.

Da una consultazione sommaria del RAPEX, si trova il ritiro del 2018 di un Hhoverboard e quello del 2014 di un kit di sigarette elettroniche (Figura 28).

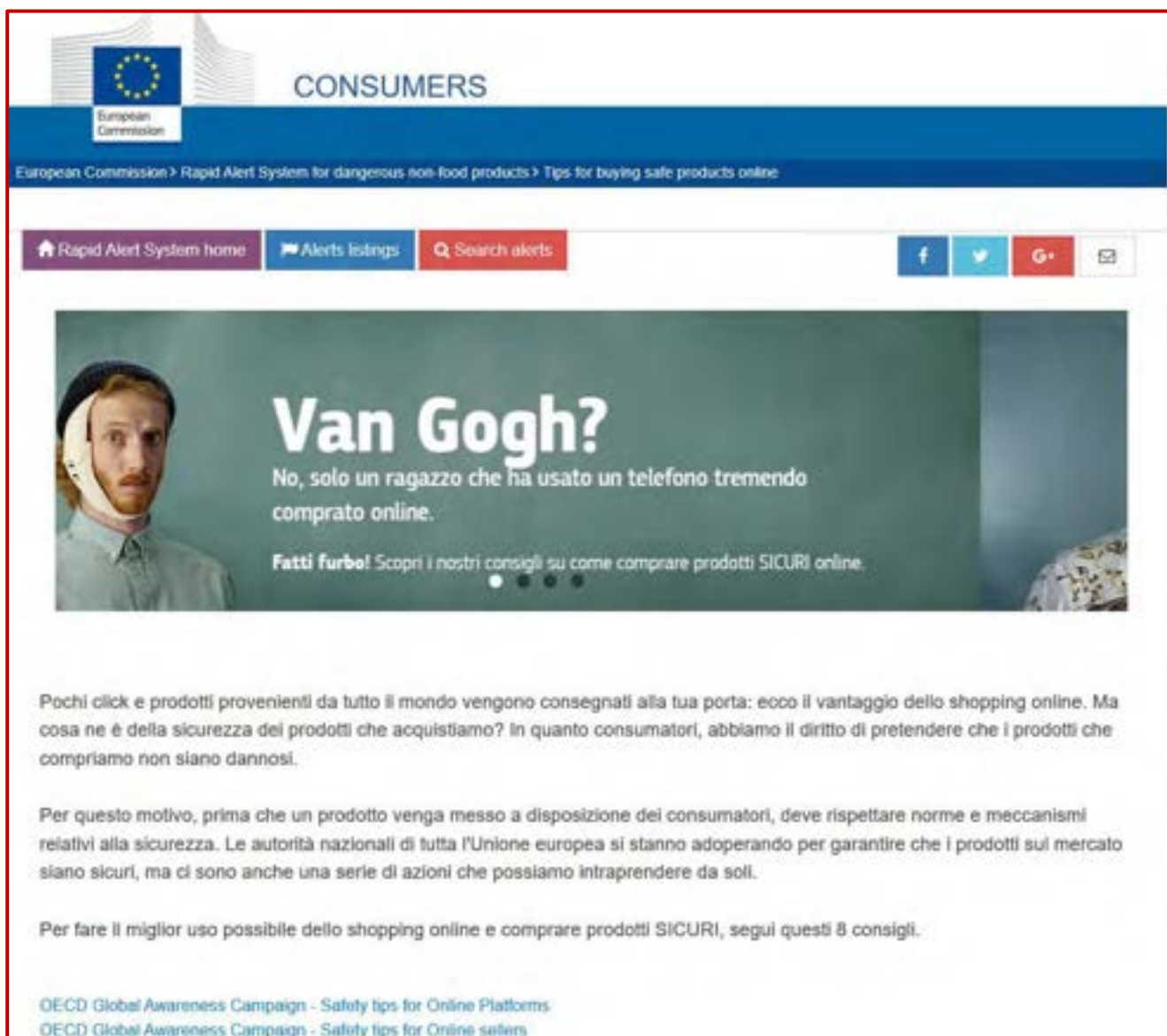


Figura 24. Fonte: ⁴

⁴ https://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/?event=SafeProductsOnline&lng=it

Riscontri un problema di sicurezza? Spargi la voce!

Se riscontri un problema legato alla sicurezza di un prodotto, segnalalo al rivenditore e contatta le autorità competenti del tuo paese. Valuta anche se scrivere una recensione del prodotto per avvertire potenziali acquirenti. Aiuterà gli altri consumatori a fare la scelta giusta!

Figura 25

Se l'articolo compare nel sistema di allerta rapido, non comprarlo

Sapevi che la Commissione europea dispone di un elenco di prodotti pericolosi reperiti in tutta Europa? Queste informazioni sono raccolte nel sistema di allerta rapido. Scopri come funziona il sistema e quali prodotti evitare. Consulta anche il portale dell'OCSE per i prodotti richiamati a livello mondiale.

Figura 26

Date	Picture	Product name	Jurisdiction of recall	Economy where made	Language
2019-01-17		Trampolines d'exercice pliants de JumpSport® vendus avant le ...	Canada	People's Republic of China	French
2019-01-17		Lithium-ion Batteries manufactured by a third-party for use in s...	Canada	People's Republic of China	English
2019-01-17		SRAM three-speed internal gear hub with coaster brake	Canada	Chinese Taipei	English
2019-01-17		Piles au lithium-ion fabriquées par un tiers pour une utilisation ...	Canada	People's Republic of China	French
2019-01-17		Moyeu d'engrenage interne à trois vitesses avec frein à contre...	Canada	Chinese Taipei	French
2019-01-17		JumpSport® half-fold Fitness Trampolines ("FTs") sold prior to ...	Canada	People's Republic of China	English
2019-01-16		Aroma Home brand USB Heated Hotties	Canada	People's Republic of China	English

Figura 27

2018



1 di 3 foto

Indietro Avanti

Condividi su

Facebook Twitter Google+

Numero della segnalazione: A121712/18

Categoria: Articoli per il tempo libero e lo sport

Prodotto: ⚡ Monopattino autostancante

Marca: Cool&Fun (scooter), Shenzhen Fuyuan (charger)

Nome: Balance Wheel

Tipo/numero di modello: ⚡ BG-P001/6.5 (monopattino)/FY-4200000 (caricabatterie)

Numero di lotto/codice a barre: ⚡ Sconosciuto

Tipo di rischio: Incendio

⚡ Il circuito di ricarica del prodotto non ha un interruttore. La batteria può quindi sopportare un sovraccarico e un surriscaldamento che può causare un incendio. Il prodotto non è conforme alle prescrizioni della direttiva «Macchine» e delle pertinenti norme europee EN 62133 e EN 60335-1.

Misure disposte dalle autorità pubbliche (a: Altro): ⚡ Ritiro del prodotto dal mercato

+ Visualizza di più

2014



1 di 2 foto

Indietro Avanti

Condividi su

Facebook Twitter Google+

Numero della segnalazione: A121001/14

Categoria: Altro

Prodotto: ⚡ K2 di sigarette elettroniche

Marca: Kanger Tech

Nome: Sconosciuto

Tipo/numero di modello: ⚡ VT (x120 minuti per ricarica della batteria)

Numero di lotto/codice a barre: ⚡ Sconosciuto

Tipo di rischio: Incendio

⚡ Non vi è un'interruzione della funzione di ricarica una volta che la batteria al litio ha dovuto pagare. Ciò potrebbe causare il surriscaldamento e il rischio di esplosione o di incendio.

Misure adottate dagli operatori economici: ⚡ Richiamo del prodotto dagli utilizzatori finali (Da parte di Altro)

Descrizione: ⚡ K2 di sigaretta elettronica costituito da una batteria al litio, un carometro e un caricatore USB. Venduto solo senza imballaggio o istruzioni.

Paese di origine: Cina

Segnalazione presentata da: Regno Unito

Livello di rischio: Grave

Anno - settimana: 2014 - 39

+ Visualizza di meno

Figura 28

5 Analisi storica di incidenti di veicoli elettrici

Nel corso del PAR 2016, nell'ambito degli Accordi di Collaborazione stipulati con le università, sono state effettuate analisi storiche degli incidenti, con particolare riferimento ai veicoli elettrici.

In particolare, P. Russo [63] e collaboratori, hanno effettuato una raccolta di informazioni su incidenti che hanno coinvolto veicoli elettrici allo scopo di effettuare un'analisi storica degli incidenti e poter individuare le principali cause di incidente e i conseguenti scenari di incendio o esplosione, i cui risultati sono ripresi in Allegato 3 al presente rapporto. Il gruppo di M. Carcassi [64] hanno effettuato una ricerca preliminare alla conduzione dell'analisi dei pericoli mediante LOPA (*Layer Of Protection Analysis*) su sistemi di accumulo Litio-ione di interesse automotive: l'elenco degli incidenti considerati è proposto in Allegato 4 al presente studio e riguarda incidenti che hanno visto coinvolti sistemi di accumulo Litio-ione e sistemi di accumulo per utilizzo automotive. Di seguito si riportano alcuni stralci dei loro lavori.

In entrambi i casi risulta che in assenza di un'analisi storica prodotta da organizzazioni riconosciute, è necessario ricorrere a ricerche in internet, accedendo alle informazioni di siti web e testate giornalistiche. Solo per alcuni degli incidenti sono disponibili risultati di indagini ufficiali che hanno tentato di individuare la causa dell'evento, anche in questo caso raramente viene indicata la tipologia di batterie ioni-litio coinvolte e i risultati delle necessarie indagini accessorie che dovrebbero essere condotte dai produttori di celle e batterie.

5.1 Analisi storica P. Russo

Al fine di ottenere un'analisi precisa e puntuale, è indispensabile disporre di tutti i dati necessari utili a ricostruire l'evento ed indagare sulle cause, che possibilmente lo hanno generato. Nel caso dei veicoli elettrici non essendo presenti database incidentali si è proceduto alla raccolta dei dati acquisendo le informazioni da articoli di giornali e siti web. L'indagine è stata volta ad individuare elementi quali:

- *data e luogo di accadimento dell'evento;*
- *tipo di veicolo coinvolto e di batterie;*
- *cause, circostanze e natura dell'evento;*
- *conseguenze;*
- *testimonianze;*
- *altri elementi che caratterizzano lo scenario dell'evento, utili all'analisi.*

L'analisi ha permesso di individuare 21 incidenti che hanno coinvolto auto elettriche (EV) e ibride (HEV) nell'arco temporale compreso tra 2011-2017 e 4 incidenti che hanno coinvolto e-bike nel 2017.

In tutti i casi analizzati l'incidente, avvenuto con diverse modalità, ha portato all'incendio dell'autoveicolo; in particolare, il numero maggiore di incendi (9) è avvenuto dopo collisioni con altre auto o con ostacoli lungo il tragitto percorso, 3 incendi durante la sosta, 2 durante la guida, 2 mentre i veicoli erano collegati alla stazione di ricarica. Altri singoli incendi si sono verificati: dopo aver effettuato la ricarica completa, dopo un crash test, durante un test drive e mentre si effettuavano prove sui gas di scarico.

Per quanto riguarda le auto elettriche, la maggior parte degli incidenti sono avvenuti negli Stati Uniti (7), in Europa (6) e Cina (4), due incidenti sono avvenuti in Giappone e singoli incidenti si sono verificati in Messico e Canada. Gli autoveicoli elettrici coinvolti sono principalmente marca Tesla modello S e modello X (SUV) (11 incidenti), ma è da tener in considerazione che i veicoli Tesla sono anche quelli maggiormente venduti, in particolare negli Stati Uniti, per i quali si sono registrate più di 100.000 vendite fino al 2016. Altri modelli di auto che compaiono nell'elenco (Allegato 2) sono la Fisker Karma P-HEV (3 incendi), il MiEV e l'Outlander della Mitsubishi, la Chevrolet Volt P-HEV e la BMW i3. Per quanto riguarda il tipo di batterie utilizzate, nel caso della

Tesla (modello S) sono montate circa 7000 celle Li-ione cilindriche (18650), assemblate in 16 moduli che costituiscono l'intero pacco batterie.

Per quanto riguarda le e-bike, i tre incendi avvenuti in Italia si sono verificati durante la fase di ricarica in luoghi privati e hanno poi coinvolto l'intero appartamento o garage, causando lievi intossicazioni a persone. Nell'incidente avvenuto a Newport beach, è esploso il pacco batterie di una e-bike appena parcheggiata con successivo incendio le cui fiamme hanno investito un'altra e-bike in sosta affianco.

Per quanto riguarda gli incidenti occorsi ad auto elettriche, facendo riferimento all'Allegato 3, gli autori osservano quanto segue.

Un recente esempio di un incendio di auto elettrica, causato da una collisione, è avvenuto il 18 ottobre 2017 in Austria. Una donna di 19 anni alla guida di una Tesla Model S sulla Arlberg Expressway si è schiantata contro una barriera di cemento armato ad alta velocità (Figura 29). Secondo quanto riferito dai vigili del fuoco della città di Landeck, la ragazza ha riportato ferite lievi ed è potuta uscire dall'auto prima che prendesse fuoco. L'incendio della batteria si è mostrato estremamente pericoloso, ma i sistemi di protezione (firewall) di Tesla all'interno della batteria hanno funzionato correttamente. Il conducente ha avuto il tempo di evacuare l'auto e i vigili del fuoco di bloccare l'incendio prima che si diffondesse all'intero pacco batteria, montato alla base del telaio dalla parte anteriore a quella posteriore. Il fuoco ha comunque distrutto la maggior parte dell'auto. Per spegnere l'incendio sono intervenuti 35 uomini e 5 automezzi dei vigili del fuoco che hanno usato acqua come mezzo estinguente. Anche la casa costruttrice Tesla consiglia di utilizzare grandi quantità di acqua per estinguere un incendio della batteria nei suoi veicoli.

Una criticità dei veicoli elettrici è la fase di ricarica e nell'analisi condotta sono stati riscontrati due casi di incendio di auto mentre erano collegate alla rete elettrica e uno al termine della completa ricarica. Un episodio è accaduto, il giorno di capodanno del 2016, alla Tesla Model S in una stazione Supercharger a Brokelandsheia, Norvegia (Figura 30). L'indagine ha dimostrato che l'incendio ha avuto origine nella scatola di distribuzione elettrica contenuta nella Model S⁵.

Nonostante il proprietario della Tesla abbia avuto sufficiente tempo per correre verso la macchina, staccare la spina e rimuovere tutti i beni personali dall'interno dell'abitacolo, il veicolo è andato completamente distrutto. Le fiamme che hanno consumato il veicolo sono state alimentate in gran parte dalla plastica e da altri materiali utilizzati per gli interni, mentre il pacco batterie non "è esploso". Non ci sono state persone coinvolte nell'accaduto.

Tesla Motors ha rilasciato una dichiarazione che il fuoco è stato "un incidente isolato" e ora sta aggiornando un software patch per aggiungere ulteriori stati di sicurezza e fermare la carica se i dati mostrano i sintomi di un corto circuito.

Per quanto riguarda il caso di incendi durante la marcia del veicolo, un esempio è quello di una BMW i3, affidata in comodato d'uso alla Polizia di Stato, ha preso fuoco durante il transito della via Salaria nei pressi di Roma (Figura 31). Questo episodio è avvenuto nel luglio 2016, quando un agente ha dovuto fermare la vettura a bordo strada perché si era accorto di un principio di incendio innescato nella parte posteriore del veicolo. La BMW i3 coinvolta è priva del motore ausiliario a benzina e opera soltanto grazie alle batterie, che alimentano un motore da 170 CV. Nessuna persona è rimasta ferita ma l'auto ha avuto danni ingenti.

⁵ <http://www.electricmotornews.com/veicoli-ecologici/automobili/tesla-automobili/corto-circuito-in-auto-incendia-una-tesla-model-s-in-norvegia>



Figura 29. 18/10/2017 Austria – Incendio Tesla Model S



Figura 30. 01/01/2016 - Incendio Tesla durante la ricarica veloce



Figura 31. 13/07/2016 - Incendio BMW i3 durante la marcia del veicolo

Un incendio di dimensioni rilevanti si è verificato in Interporto nell'ottobre 2012, quando l'uragano Sandy ha causato l'alluvione di un porto a Newark, nel New Jersey. Le inondazioni sono durate diverse ore e, in seguito, 16 nuove Fisker Karma (veicolo ibrido plug-in) sono state distrutte da un incendio (Figura 32). Le macchine erano completamente coperte con acqua salata durante l'alluvione, una situazione estrema in cui è probabile che si sia verificato un cortocircuito elettrico. L'uragano ha danneggiato irreparabilmente anche 300 modelli appena giunti dall'Europa. Oltre alle Fisker Karma, anche 3 Toyota Prius, delle 4000 Toyota presenti nello stesso parcheggio hanno avuto problemi durante la stessa tempesta; delle tre, la plug-in è andata a fuoco, mentre le altre ibride hanno solo avuto problemi di forte surriscaldamento.



Figura 32. 29/10/2012 - Incendio di 16 auto dopo l'uragano Sandy

Il caso va ad aggiungersi a quello segnalato nel § 2.5.2 di questo RT.

In merito alle **biciclette elettriche**, la casistica incidentale non esaustiva, testimonia comunque la necessità di tenere in considerazione questi veicoli, per i quali la percezione del rischio è praticamente nulla.

Nell'agosto del 2017 a Bolzano si è incendiata una e-bike durante la ricarica in un appartamento, l'incendio sviluppatosi nell'atrio ha invaso di fumo tutto l'appartamento. Due persone anziane non sono riuscite a fuggire e hanno riportato una lieve intossicazione, mentre l'appartamento è stato danneggiato. La causa dell'incendio è stata attribuita ad un difetto del carica batterie . Nel mese di marzo, invece, a Newport Beach (California) un uomo e una donna avevano parcheggiato le loro biciclette elettriche appena acquistate sulla spiaggia e stavano seduti accanto a loro quando la batteria di una delle biciclette è esplosa, sparando proiettili a dozzine di metri e successivamente si è incendiata coinvolgendo anche l'altra e-bike (Figura 32). La coppia non è stata ferita, ma delle due bicilette una è stata completamente distrutta l'altra gravemente danneggiata.



Figura 33. 19/03/2017 Incendio di una e-bike a Newport Beach

5.2 Analisi storica M. Carcassi

Per quanto riguarda i sistemi di accumulo litio-ione per applicazioni generiche una fonte ufficiale di eventi occorsi dall'introduzione della tecnologia viene messa a disposizione dall'ente FAA (Federal Aviation Administration) americana [n.d.r. cui si è dedicato il § 3.2]. L'elenco include eventi incidentali occorsi nel solo ambito aeroportuale e riporta 154 incidenti avvenuti nell'intervallo di tempo che va dal 1994 ad oggi, tra questi 127 si sono verificati negli ultimi 10 anni, dal 2007 ad oggi.

La difficoltà nell'interpretare ed utilizzare tali dati risiede nella mancanza di informazioni riguardo la tipologia di batteria coinvolta. Molti degli incidenti occorsi nei primi anni di utilizzo delle batterie riguardano batterie con catodo in Litio metallico, che come ampiamente documentato in letteratura hanno cause di guasto diverse e un livello di sicurezza inferiore alle celle con anodo in grafite come quelle analizzate nel presente studio e come la maggior parte delle restanti tipologie ad oggi prodotte che differiscono principalmente per il materiale attivo impiegato al catodo.

6 Conclusioni e proposte operative

La casistica incidentale è fondamentale per apprendere conoscenze quali: la varietà di scenari incidentali che si possono presentare e le loro conseguenze, di fronte alle quali talvolta si rimane costernati; acquisire la base di dati necessaria ai fini della l'effettuazione della Analisi di Rischio con metodi formalizzati; quantificare i premi assicurativi sia per i consumatori che per la catena logistica, i produttori di batterie, i produttori di veicoli, anche commerciali. Infine, può costituire anche un fattore di influenza sui provvedimenti governativi per l'incentivazione all'acquisto dei veicoli elettrici. Esistono Data Base istituzionali che raccolgono informazioni di questo genere, ai quali si affiancano quelle relative al *recall* di articoli destinati ai consumatori: in entrambi i casi le notizie sono fornite dopo un procedimento istruttorio dei quali sarebbe importante conoscere i contenuti. Gli studi del comportamento ad abuso e della casistica incidentale delle batterie litio-ione consentono, tra l'altro, di migliorare la progettazione dei RESS, dei BMS (Battery Management System), delle stazioni di ricarica e della catena logistica.

Lungi dall'essere esaustivo, questo Rapporto tecnico ha carattere meramente esplorativo di una tematica molto complessa: l'analisi storica degli incidenti occorsi a sistemi Litio-ione finalizzata alla prevenzione dei rischi nella elettromobilità. Abbiamo raccolto informazioni provenienti dai DB istituzionali e dalla stampa/internet, affacciandoci anche a paesi esportatori come la Cina, che è necessario omogeneizzare, integrare e rielaborare secondo uno schema preciso e ragionato, con messa a punto di un modulo raccolta dati in formato ACCESS. Il format del modulo raccolta dati dovrebbe contenere almeno le seguenti informazioni: data e ora, luogo, condizioni meteo, articoli coinvolti, fasi del ciclo di vita (Produzione di celle e di batterie; Stoccaggio di celle e batterie; Trasporto (merci pericolose): terra-ADR, acqua-IMDG e aria-ICAO dello IATA; Apparecchi utilizzatori nelle fasi di utilizzo: e-cig, telefonia mobile, computer e apparecchiature elettroniche, giocattoli, ecc.; Veicoli elettrici, nelle fasi di vita e di impiego – tutti i tipi di veicoli; Gestione dei rifiuti di batterie); marche; tipologia di batterie: Litio-ione, Litio metallico, produttore, chimica. E' necessario prevedere anche un *cross-link* con gli scenari incidentali che, nel futuro, vedranno il coinvolgimento di altri sistemi di accumulo elettrochimico (vedi ad esempio il caso dei muletto a batteria che, passando dalla tecnologia a piombo alla tecnologia litio-ione, comunque potranno essere coinvolti da eventi indesiderati connessi con la gestione dei muletto: rovesciamento, scontro, ecc.).

Dopo la messa a punto del metodo di raccolta delle informazioni, si propone la istituzione di un sistema informatizzato per la raccolta e lo scambio di informazioni, per ora finalizzato ai partner fino ad oggi da noi coinvolti nelle attività sulla sicurezza dei sistemi di accumulo elettrochimico quali le istituzioni universitarie e il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, ai quali potranno essere aggiunti altri enti che si dimostrano favorevoli alla realizzazione di una rete di informazione, realizzando quello che potrebbe configurarsi come un "*Laboratorio Virtuale Italiano sulla sicurezza dei Sistemi di Accumulo elettrochimico*", espressione di un Laboratorio di sicurezza reale, sulla cui realizzazione si sta lavorando da alcuni anni [65, 66].

Lo studio della casistica incidentale è utile per conoscere le abitudini degli utenti finali e dei manutentori (ad esempio) e operare sulla loro informazione e formazione, abbattendo così l'elevata percentuale di incidenti attribuibili al cosiddetto "errore umano", come risulta dai casi di incidente e dai *recall* esaminati. Risulta perciò molto importante dedicarsi anche alla cosiddetta "Comunicazione del rischio" verso gli utenti finali.

Infine, si pone l'attenzione su quanto osservato da Bloomberg [14]: gli autori ritengono "molto appropriato" lo sviluppo continuo, e la loro l'applicazione, di norme tecniche, giuridiche e *best practice*. Un tema ricorrente all'interno degli standard e delle norme di prevenzioni incendi, a livello internazionale, è la scarsa comprensione di come trattare le tecnologie Litio-ione. Attualmente, la tecnica di estinzione degli incendi di sistemi Litio-ione sembra impiega gas inerti che agiscono sulla sottrazione di ossigeno al fuoco: tale sistema è adatto ad un incendio di apparecchiature elettriche ma non è provato che sia efficace su incendi causati dal *runaway*, che può essere collegato ad un cortocircuito, che però avviene all'interno delle celle.

7 Riferimenti bibliografici e sitografia

1. <https://assicurazioni.segugio.it/news-assicurazioni/00020284-auto-elettriche-ecco-cosa-serve-per-incrementare-il-mercato.html>; <https://www.conte.it/rca-bollo-e-rifornimento-delle-auto-elettriche-conviene/>
2. Shiyu Yan: "The economic and environmental impacts of tax incentives for battery electric vehicles in Europe, Energy Policy". Volume 123, 2018, Pages 53-63, ISSN 0301-4215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.032>.
3. Ning Wang, Linhao Tang, Wenjian Zhang, Jiahui Guo: "How to face the challenges caused by the abolishment of subsidies for electric vehicles in China?". Energy, Volume 166, 2019, Pages 359-372, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.006>.
4. Cinzia Di Bari, con i contributi di: I. Morriello, V. Sglavo, A. Tati (ENEA) & Michele Mazzaro, L. Bottà, M. Teoli (CNVVF): "TEST DI CARATTERIZZAZIONE E CALORIMETRIA A CONO CONDOTTI SU CELLE DI INTERESSE AUTOMOTIVE ". Report RdS/PAR2017/XXX. Settembre 2018. In corso di pubblicazione.
5. Fredrik Larsson, Petra Andersson and Bengt-Erik Mellander, "Lithium-Ion Battery Aspects on Fires in Electrified Vehicles on the Basis of Experimental Abuse Tests". 11 April 2016, Batteries 2016, 2, 9; doi:10.3390/batteries2020009 (www.mdpi.com/journal/batteries)
6. <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/23/files/23ESV-000395.PDF>
"SAFETY OF LITHIUM ION BATTERIES IN VEHICLES – STATE OF THE ART, RISKS AND TRENDS" 23rd International Technical Conference On the Enhanced Safety of Vehicles, Seoul, Korea May 27, 2013
Lars Hollmotz cpcMomentum GmbH & Co.KG Germany Paper Number 13-0395
7. https://www.corriere.it/esteri/18_maggio_17/esplode-sigaretta-elettronica-trafigge-cranio-muore-38enne-da220aee-59b2-11e8-89bf-cebd5db44a24.shtml
8. U.S. Fire Administration: "Electronic Cigarette Fires and Explosions". October 2014
9. Jamie Harshman e altri: "Burns associated with e cigarette batteries: A case series and literature review". Canadian Journal of Emergency Medicine, 2017. [10.org/10.1017/cem.2017.32](https://doi.org/10.1017/cem.2017.32)
10. Linda Poon: "How China Took Charge of the Electric Bus Revolution". Citylab. Maggio 2018 . <https://www.citylab.com/transportation/2018/05/how-china-charged-into-the-electric-bus-revolution/559571/>
11. Alex Gray: "China is adding a London-sized electric bus fleet every five weeks". WeForum, 26 aprile 2018. <https://www.weforum.org/agenda/2018/04/china-is-adding-a-london-sized-electric-bus-fleet-every-five-weeks/>
12. Zhang Jianhua: "The safety of new energy electric vehicles with deep observation". 12 luglio 2015. <https://kknews.cc/zh-mo/car/mxzoa6.html>
13. CarNewsChina.com. <https://youtu.be/W7ivtTwrXil>. 8 agosto 2017
14. Logan Goldie-Scot: "The Fire Risk of Batteries - A Delicate Balancing Act". Bloomberg New Energy Finance. August 23, 2018
- 14 <https://www.wind-watch.org/news/2017/11/12/wind-power-backup-and-storage-batteries-explode-into-bis-flames-and-send-a-toxic-cloud-over-the-city-of-brussels/>
15. <https://www.cnet.com/news/samsung-confirms-global-recall-replacement-galaxy-note-7-faulty-battery/>
16. Note 7 RECALL Battery Exploding EXPLAINED: <https://youtu.be/YOUUNsiMzn8>
17. <https://www.google.com/search?q=Electronic+Cigarette+Explosions+and+Fires%3A+The+2015+Experience&oq=Electronic+Cigarette+Explosions+and+Fires%3A+The+2015+Experience&aqs=chrome..69i57j558j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
18. Engelsman: "E-Cigarette Fire Risks and Reported Incidents". Document ID: D15/9073, 2015. <https://www.icao.int/safety/dangerousgoods/dgpwg15/dgpwg.15.ip.004.2.en.app.pdf>.

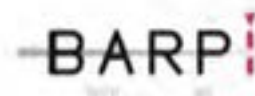
19. U.S. Fire Administration, FEMA, U.S. Department of Homeland Security: "Electronic Cigarette Fires and Explosions in the United States 2009 – 2016". Lawrence A. McKenna Jr. Research Group National Fire Data Center U.S. Fire Administration. July 2017.
https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/electronic_cigarettes.pdf
20. NFPA, Fire Analysis and Research Division, Quincy, MA: "Electronic Cigarette Explosions and Fires: The 2015 Experience". <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/US-Fire-Problem/Fire-causes/osecigarettes.ashx?la=en>
21. Barboza, D. "China's E-Cigarette Boom Lacks Oversight for Safety," The New York Times, December 13, 2014.
http://www.nytimes.com/2014/12/14/business/international/chinas-e-cigarette-boom-lacks-oversight-for-safety.html?_r=0.
22. S. Saxena, L. Kong and M. G. Pecht, "Exploding E-Cigarettes: A Battery Safety Issue," in IEEE Access, vol. 6, pp. 21442-21466, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2821142
23. Jacqueline Howard , Tina Burnside, CNN: "Florida man dies in e-cigarette explosion, police say".15 maggio 2018.
<https://edition.cnn.com/2018/05/15/health/electronic-cigarette-explosion-death-bn/index.html>
24. Harshman, J., Vojvodic, M., & Rogers, A. : "Burns associated with e-cigarette batteries: A case series and literature review". CJEM, 20(S2), S20-S28. 2018. doi:10.1017/cem.2017.32.
25. Scott B. Patterson, Allison R. Beckett, Alicia Lintner, Carly Leahey, Ashley Greer, Sidney B. Brevard, Jon D. Simmons, Steven A. Kahn: "A Novel Classification System for Injuries After Electronic Cigarette Explosions". *Journal of Burn Care & Research*, Volume 38, Issue 1, 1 January 2017, Pages 95–100, <https://doi.org/10.1097/BCR.0000000000000471>
26. Christopher David Jones, Weiguang Ho, Eilidh Gunn, Daniel Widdowson, Hilal Bahia: "E-cigarette burn injuries: Comprehensive review and management guidelines proposal". Burns, 2018, ISSN 0305-4179.
<https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.09.015>.
27. Peter J. Mankowski, Jonathan Kanevsky, Parseh Bakirtzian, Sabrina Cugno: "Cellular phone collateral damage: A review of burns associated with lithium battery powered mobile devices". Burns, Volume 42, Issue 4, 2016. Pages 61-64, ISSN 0305-4179. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2015.10.012>.
28. Cinzia Di Bari, con i contributi di: I. Morriello, V. Sglavo, A. Tati (ENEA) & Michele Mazzaro, L. Bottà, M. Teoli (CNVVF): "TEST DI CARATTERIZZAZIONE E CALORIMETRIA A CONO CONDOTTI SU CELLE DI INTERESSE AUTOMOTIVE ".Report RdS/PAR2017/XXX. Settembre 2018. In corso di pubblicazione.
29. Mark Anderson, <https://spectrum.ieee.org/green-tech/fuel-cells/potential-hazards-at-both-ends-of-the-lithiumion-life-cycle>
30. <http://www.imo.org/en/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>
31. <https://www.iata.org/publications/store/Pages/lithium-battery-shipping-guidelines.aspx>
32. <https://investingnews.com/daily/resource-investing/battery-metals-investing/lithium-investing/lithium-producing-countries/>
33. <http://rocktechlithium.com/the-battery-market/>
34. <http://www.worldstopexports.com/lithium-ion-batteries-exports-by-country/>
35. <http://www.shippingbatteries.com/shipping-batteries-by-sea.html>
36. <http://www.shippingbatteries.com/sea/shipping-lithium-batteries-by-sea.html>
37. Sam Chambers: "Shipowners warned on risks of carrying lithium-ion batteries". 18 ottobre 2016.
<https://splash247.com/shipowners-warned-risks-carrying-lithium-ion-batteries/>
38. TrasportoEuropa, Mercoledì 07 Marzo 2018 18:59
39. <https://splash247.com/post-honam-fire-maersk-rings-the-changes-on-stowing-dangerous-goods/>. 26 settembre 2018
40. https://www.reddit.com/r/CatastrophicFailure/comments/83dksu/the_ulcs_maersk_hon_on_fire_in_the_arabi_an_sea/

41. Diego Ricci, Capitano di Lungo Corso, porto di Brindisi. Roma, 11 VI 18. Corrispondenza Privata. Pubblicazione autorizzata dall'autore
42. <http://maritimebulletin.net/2017/11/13/explosion-and-fire-at-yantian-shenzhen-container-terminal/>
43. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/the-barpi/the-aria-database/?lang=en>
44. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=en&s=lithium+ion+batteries>.
45. https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=en&s=lithium%20%20batteries&fwf_echelle_materiel=0%2C6&fwf_echelle_humaine=0%2C6&fwf_echelle_environnement=0%2C6&fwf_echelle_economie=0%2C6&fwf_sort=date_desc
46. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50033/>
47. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49589/>
48. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52395/>
49. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50643/>
50. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49658/>
51. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48170/>
52. <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46083/>
53. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ash/ash_programs/hazmat/
54. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ash/ash_programs/hazmat/aircarrier_info/media/battery_incident_chart.pdf
55. <https://www.cpsc.gov/>
56. https://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/repository/content/pages/rapex/index_en.htm
57. <https://webgate.ec.europa.eu/gpsd/>
58. <https://www.cpsc.gov/Recalls>
59. https://www.cpsc.gov/Recalls?search_api_views_fulltext=lithium-ion&field_rc_date%5Bdate%5D=&field_rc_date_1%5Bdate%5D=
60. https://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/?event=SafeProductsOnline&lng=it
61. https://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/repository/content/pages/rapex/index_en.htm
62. <https://globalrecalls.oecd.org/front/index.html#/recalls>
63. Paola Russo, Pierluigi Papillo: "La ricarica di veicoli elettrici: studio preliminare alla modellazione delle distanze di sicurezza". Report RdS/PAR2016/241. Settembre 2017
64. M. Schiavetti, T. Pini, F. D'Errico, M. Carcassi: "STUDIO SULLA CARATTERIZZAZIONE DEI VARI LIVELLI DI PROTEZIONE DI SISTEMI DI ACCUMULO LITIO-IONE PER USO AUTOMOTIVE, MEDIANTE "LAYER OF PROTECTION ANALYSIS (LOPA)". Report RdS/PAR2016/242. Settembre 2017
65. Cinzia Di Bari: "REALIZZAZIONE DI UN LABORATORIO DI CARATTERIZZAZIONE INCENDIO ED ESPLOSIONE DI SISTEMI DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO: CONSIDERAZIONI TECNICO ECONOMICHE E PROGETTAZIONE PRELIMINARE". Report RdS/PAR2016/171. Settembre 2017
66. Cinzia Di Bari: " Studi preliminari alla progettazione di un laboratorio di verifiche strumentali per la sicurezza", Report RdS/2012/096

8 Allegato 1. Newsletter del BARPI sui rifiuti



FLASH ARIA
September 2018



Used lithium batteries are not ordinary waste!

The performance of lithium batteries and storage cells has expanded their areas of technical application (telephony, computers, electric vehicles, rechargeable hybrids and electric bicycles). This development is now resulting in an increase in the number of batteries and storage cells at the end of their service life that must be processed or recycled. But lithium batteries and cells are not harmless objects: the high reactivity of the metal means that their use and processing/recycling, present risks. This is illustrated by recent accidentology."



Lithium button cell battery (all rights reserved)

Lithium: a concentration of potential hazards

Lithium reacts strongly with water and air and is dangerous for the environment. Potential hazards arise in the event of loss of containment on the battery/storage cell casing, electrolyte leakage (ionized lithium), or when exposed to fire:

- Hydrolysis in the presence of water or humid air forms gaseous hydrogen with a risk of explosion in restricted or confined space (ARIA 18298, 15532);
- Inflammation in contact with oxygen, and risk of fire, as the electrolyte is assimilated with flammable liquids (ARIA 18298, 20539, 32208);
- Toxicity for aquatic organisms in the case of a release (ARIA 38858);
- Toxicity/corrosiveness of smoke from fire containing lithium hydroxides, metal compounds (Mg oxide...) which could lead to environmental pollution (ARIA 46675, 38858, 20539, 18298);
- Projections and projectile effects (ARIA 38858, 43090, 43482, 44320, 46675).

Increased vulnerability at the end of life

While lithium batteries and storage cells should be handled with caution during their period of use (see recent episodes of laptop battery explosion), their vulnerability and dangerousness are increased during collection, processing or recycling operations, particularly while this waste is being stored. This is due to:

- a diffuse stockpile which is difficult to assess: unknown charge status, diversity in the origin of batteries of different technologies;
- the handling, transport and storage operations could result in unforeseen mechanical impacts (ARIA 18298, 32208);
- used batteries/storage cells are sometimes packaged less carefully than new products (stored in bulk, without dedicated packaging or in non-compliant packaging: ARIA 26812, 26812, 43482, 51459): this increases the risk of short-circuit and self-heating;
- damaged batteries/storage cells are particularly sensitive (movements, infiltration of water or air via wind, rain, dew, etc.);
- the risks of incompatibility are quite high in the case of storage with other waste (ARIA 40306);
- the effects of hazardous phenomena are multiplied during mass storage of batteries/storage cells (heat flow, smoke-generating capacity, projections and projectiles effect) (ARIA 38858).

ARIA 51459 - 25-01-2018 - Jura - France

In a WEEE sorting and dismantling centre, a fire broke out in a metal drum containing used lithium button cell batteries. The stock of batteries concerned had been issued a non-conformity report upon its arrival because they were packed in bulk without plastic blisters, without vermiculite and exposed to moisture (soaked cardboard boxes). In such bulk packaging configuration, no barrier between the batteries increases their risk of short-circuiting.

Following the accident, the operator began reminding customers of the packaging rules when sending back their waste for processing.

The operator also provides all agents with training on the potential fire hazards. The decision was made to prohibit the handling of lithium batteries one hour before the site's scheduled closing time.

ARIA 33986 - 02-07-2007 - United Kingdom

In a hazardous waste management site, a violent fire broke out in an area designated for the storage of drums of used chemicals and solvents. An explosion occurred among the drums, resulting in the projection of hazardous waste. More than 132,000 litres of chemical products were burnt.

The start of the fire was attributed to spontaneous inflammation of lithium batteries. The batteries in question had been stored in containers normally used to hold clinical waste, non-water-tight and unsuitable for storing used lithium batteries. The batteries were being stored close to various incompatible materials and appropriate segregation rules (flammable liquids, toxic products, corrosive products) were not respected. The company was fined 189 euros.

ARIA 38858 - 26-08-2010 - Moselle - France

In a battery and storage cell recycling centre, a fire broke out in a compartment containing used lithium batteries. The automatic powder-based extinguishing system was unable to contain the fire which spread to other cells used to store other types of batteries (lead, mercury, nickel-cadmium) and miscellaneous sub-products (scrap metal, nickel hydroxide). Employees from nearby companies were evacuated and examined owing to the toxic fumes released (sulphuric acid and lithium hydroxide). The 1,000 m² building was destroyed and batteries were thrown 200 m from the accident site. The potential projectile effect due to fire in the lithium battery storage area had not been considered in the operator's hazard study. The extinguishing water was pumped and disposed of as hazardous waste (heavy metals, phenols and PCBs were detected).

* In this document, we do not focus on the manufacturing and use phases, which are also rich in accidentology (e.g.: ARIA 7437, 17235, 17385, 33658, 34581, 34599, 35179, 38021, 38194, 45362, 46365, 44999, 45907, 50032, 49708, 50643 / 36215, 46017, 46092, 48170, 48187, 49516, 50625) but only on the waste processing sector.

Definitions

- Batteries and storage cells are elementary electrical systems used to store the energy generated by electrochemical reactions. A storage cell is rechargeable, as opposed to a battery, which is not rechargeable.
- Lithium batteries come in button or stick format. The anode consists of a metallic lithium, the electrolyte is a lithium salt dissolved in an organic solvent and the cathode is a metallic compound.
- A wide variety of storage cells exists (Li-ion, Li-polymer, Li-metal, etc.).

A growing sector (ADEME 2017)

In 2016, in France:

- 2% increase in number / 8% in tonnage for portable lithium batteries and storage cells (use for mobile electronic devices);
- 16% increase in tonnage for industrial batteries and storage cells (use in electrical and rechargeable hybrid vehicles and electric vehicles).

Organisation of the collection and processing sector in France

Collection/grouping

- Private individuals must bring their used batteries (including removing the battery or storage cell from the device) to the nearest collection point (60,000 throughout France: battery or cell sales points, ecocentres, etc.).
- Professionals must have their portable batteries and storage cells collected via approved channels.
- For the management of portable battery waste, two eco-organisations are approved by the public authorities for the period 2016-2021: COREPILE and SCRELEC. From the collection points, these organisations manage the transport of waste batteries and storage cells to grouping centres. They are then shipped to sorting and processing sites.

Processing/recycling

- The batteries and storage cells are classified as hazardous wastes. They must be processed by an authorised operator who must implement the best techniques available. Material recovery should be preferred to other processing methods whenever technical and cost conditions allow.

ARIA 32208 - 14-05-2006 - Haute Garonne - France

In a factory manufacturing electrical equipment for vehicles, a fire broke out in a container used to store an assorted mixture of discarded lithium and alkaline batteries. The failure to partition the waste storage cells caused the fire to spread. The flammable (solvents) and combustible materials (pallets) located nearby were ignited by the flames.

The lithium battery storage area was designated as the source of the overheating, leading to thermal runaway. The plant's discarded lithium button cells were equipped with metal tabs soldered on their positive and negative poles. A very light impact is sufficient to deform these tabs and put them into contact with one another, resulting in a short circuit. A spark may have occurred, sufficient to ignite a micro-atmosphere composed of hydrogen from the oxidation of the various cells or leakage from batteries stored just a few centimetres from the cells.

The operator issued internal emergency instructions concerning the sorting and storage of used batteries. Measures have been taken to ensure that safety distances are respected, the storage areas are isolated from the batteries in a closed construction with a fire wall and manual and automatic fire detection, and extinguishing devices were installed.

ARIA 46675 - IC - 23-05-2015 - Gironde - France

Nine drums of lithium batteries caused an explosion in a company specialising in the recovery of electrical and electronic equipment. Owing to the reaction produced, some lithium batteries were projected several meters away and ignited plastic "dry cell fence batteries" stored nearby on pallets.

Due to a misunderstanding between the operator and the fire brigade, the firefighting system's containment valve was closed late. Extinguishing water contaminated by the lithium batteries was discharged into the industrial estate's wastewater network.

The site specialises in the manual sorting of various types of batteries (alkaline, saline and lithium) received from green organisations. Alkaline and saline batteries are ground up on site although primary lithium batteries are stored in drums with vermiculite pending their shipment to processing installations. Lithium batteries are normally stored under shelter in 2 bunkers. On the day of the accident, the bunkers were full and drums had been placed in front of the access doors. The operator had, unsuccessfully, made repeated requests to the green organisations to take the battery stocks to the approved outlets. It was the drums stored outside that reacted, due to unknown reasons (no change in temperature or other specific meteorological factors).

The operator took several measures following the accident:

- implementation of a procedure to quickly remove drums from bunkers as soon as the stock reaches 80% of the maximum authorised quantity;
- installation of an explosion-proof system to limit the effects of an explosion in the bunkers;
- gathering of feedback on the storage methods used for primary lithium in France and Europe, and analysis of the possibility of an alternative storage medium on its own site.



Fire in drums containing lithium batteries (all rights reserved)

Lithium batteries and storage cells mixed with other waste: the new "needle in a haystack"

Beyond accidents in facilities dedicated to the processing of lithium batteries and storage cells, many events are related to such elements that pass through the "wrong system" and end up where they should not be.

Theoretically, batteries and storage cells should be removed from equipment that is no longer operational before being deposited at a collection point. However, the batteries are not always removed. Such batteries and storage cells are thus collected via the WEEE sector and not by the eco-organisations of the battery/storage cell sector. In addition, many lithium batteries (particularly smartphone batteries) are found in non-hazardous waste sorting/transit centres, often because private individuals dispose of them in household waste. These batteries and storage cells are a real challenge for sorting/transit centre operators because they are almost impossible to find in a waste heap. However, accidents can easily arise from contact of batteries and storage cells with flammable waste such as paper/cardboard and plastic.

ARIA 50605 - IC - 27-10-2017 - Sarthe - France

A fire broke out in a waste sorting and composting centre. The building, the bio-filter and deodorisation fans were destroyed. The mechanical-biological sorting system was rendered unusable. The fire started from a scrap metal sorting container under the refining conveyor. Based on the masses of molten metals found there, the temperature may have risen to above 1,200 °C. The expert analysis suggested that the lithium batteries had heated up.

ARIA 49889 - 06-05-2017 - Pas-de-Calais - France

At around 2:20 am, a fire broke out on a pile of freshly crushed electronic cards in a waste electrical and electronic equipment (WEEE) treatment centre. A technician at the unit noted the outbreak of fire. Employees used the site's fire hose to put out the fire. The fire brigade was notified but the fire had already been extinguished when they arrived.

The fire was started by the presence of both flammable material (fine particles of plastic and resins contained in the shredded material), air and a source of heat. The heat may have come from a hot spot produced by the shredding of a lithium battery which may not have been removed from the electronic waste by the supplier.

Some points of vigilance and safety instructions

Transport:

- Precondition the lithium batteries and storage cells upstream from the collection circuit by neutralising them (immersion in saline water) or by protecting their terminals (ARIA 44320);
- Implement a protocol suitable for the transport of damaged lithium batteries and storage cells (ARIA 50152: handling at -20 °C to freeze the liquids inside).

Storage/Sorting/Processing:

- Train all parties in the specific risks (ARIA 44320);
- Raise awareness among players upstream (do not discard batteries and storage cells with general household waste, remove batteries and storage cells before they are brought to the collection point (ARIA 51459, 52020);
- Implement operating instructions to limit the risk of accidents during periods of reduced activity: manage the receiving times for better monitoring (ARIA 51459);
- Be particularly vigilant during handling to avoid drops, impacts (ARIA 18296, 32208);
- Take preventive measures and feedback into account for appropriate organisation of storage facilities: safety distances from flammable materials (consider the risk of projectile effect), firewalls, isolation rules, sorting of batteries by type, consideration of the risk of incompatibility with other waste/products, vigilance on the nature of the containers used (avoid the introduction of water) (ARIA 40306, 26812, 32208, 33986, 38858). These preventive measures are all the more important when storage takes place in locations where the public is present (rubbish dumps);
- Provide the appropriate extinguishing agents (powder or sand for metal fires), adding water to a lithium fire can rekindle the flame and cause the release of flammable hydrogen (water remains necessary for cooling and to avoid the dispersion of toxic fumes) (ARIA 40306);
- Prevent the occurrence of degraded operating situations: do not delay processing (ARIA 40306), evacuate stocks of batteries and storage cells awaiting shipment to their processing site before reaching the maximum available capacity (ARIA 46675).

Despite their undeniable advantages, lithium batteries and storage cells are dangerous owing to the high reactivity of this metal. Moreover, lithium remains expensive though it is abundant on Earth. Research is currently underway to develop cheaper and less reactive alternatives. Zinc-based batteries, a low-response and less expensive metal, are emerging as a promising alternative to lithium in portable electrical and electronic equipment and electric vehicles.

For all comments / suggestions or to report an accident or incident: barpi@developpement-durable.gouv.fr

9 Allegato 2. HAZMAT - Eventi incidentali registrati nel 2018

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
12/15/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	Mesa	Passenger	During the baggage off-load of United Express/Mesa Airlines flight 6080, from Houston, TX (IAH) to Detroit, MI (DTW) on December 15, 2018, a bag was found to be emitting smoke. The bag was opened by the airport police to reveal a battery charger with four batteries. The luggage was charred and the battery charger appeared to be melted.
11/24/2018	Airline	Li-ion	e-cigarette	Delta	Passenger	During checked baggage screening at Logan Airport (BOS) Boston, MA, The TSA discovered and e-cigarette was smoking inside of a passengers checked bag.
11/23/2018	Airline	Li-ion	Spare battery	DHL	Cargo	At the DHL sort facility in San Juan, PR (SJU), US Customs discovered a battery inside of a package. Upon removal, it began to smoke and was isolated until it stopped burning. No other damage was reported.
11/9/2018	Airline	Li-ion	Spare batteries	DHL	Cargo	At the DHL sort facility in Erlanger, KY (CVG), a package containing 22 lithium-ion batteries fell from a pallet and began to smoke. One damaged battery was removed from the package. There was no noticeable damage to the other 21 batteries in the package.
11/2/2018	Airline	Li-ion	Spare batteries	Asiana Airlines	Passenger	At the cargo warehouse in Los Angeles, CA (LAX), after offloading and during container breakdown, a cargo handler inadvertently punctured a box of undeclared lithium-ion batteries with a forklift. Shortly after the box began to smoke. The fire department responded and they extinguished the box. The investigation is ongoing.
10/6/2018	Airline	Li-ion	cell phones	FedEx	N/A	During unloading of a container transport truck in Memphis, TN, 4 ULD's were found to be damaged from fire. The ULD's contained various packages of cell phones, watches and headphones, all with lithium batteries contained in equipment. The investigation is ongoing.

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
9/25/2018	Airline	Li-ion	Medical device	FedEx	Cargo	At the FedEx facility in Las Vegas, NV a package containing a bladder scanner with a 54wh battery began to smoke and then catch fire during loading onto a delivery truck, after air transportation.
9/3/2018	Airline	Li-ion	e-cig spare batteries	Southwest	Passenger	During passenger checked baggage screening at Las Vegas, NV (LAS), a passenger's bag began to smoke as it was on the screening belt. The bag contained an e-cig and loose spare lithium batteries.
9/2/2018	Airline	Li-ion	Unknown	Southwest	Passenger	During passenger boarding at Las Vegas, NV (LAS), a passenger's bag began to smoke as it was pushed under a seat. The bag contained a lithium battery installed in a charging unit. The bag was removed from the aircraft.
8/31/2018	Li-ion	e-cig spare batteries	N/A	N/A		During baggage screening at Las Vegas, NV (LAS), the TSA discovered a lithium battery installed in a charging unit overheating and burning during security screening. The battery terminals were not protected. The batteries and charger were destroyed.
8/29/2018	Airline	Li-ion	Cell phones	FedEx	Cargo	FedEx personnel discovered a package at the sort center in Memphis, TN, that was emitting smoke. The shipment was contained 180 boxes of used cell phones on a pallet. A forklift blade punctured one box, damaging ten of the phones and batteries, causing smoke and fire. The package removed from the shipment and pending investigation.
8/28/2018	Airline	Li-ion	Lap Top	FedEx	Cargo	FedEx personnel discovered a package at the sort center in Memphis, TN, that was emitting smoke. The shipment contained a laptop with a lithium-ion battery. The package appeared to be crushed during transit. The package inspected and cleared for disposal by the fire department.
8/16/2018	Airline	Li-ion	Lap Top	N/A	N/A	During baggage screening at Gulfport, MS (GPT), the TSA discovered a laptop battery installed in a laptop overheating during screening. The battery was removed and moments later, it began to emit smoke, at which time the battery was removed from the building. No damage or injuries were reported.
8/2/2018	Airline	Li-ion	Lap Top	FedEx	Cargo	FedEx personnel discovered a package at the sort center in Indianapolis, Indiana that was emitting smoke / smoldering. The shipment was offered to FedEx in Houston, TX (IAH) and was transported by air to Indianapolis. The package contained a Dell laptop. Upon investigation, it appeared the non-removable battery in the laptop was the cause. The internal packaging appeared charred.

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
8/1/2018	Airline	Li-ion	iPhone	SkyWest	Passenger	During SkyWest Airline's flight 5654, from Helena, MT (HLN) to Salt Lake City, UT (SLC) a passenger reported that her cellphone (an Apple iPhone 6) was emitting smoke and generating heat. The passenger detected the smell of smoke and heat from the phone, which was in her pant's back pocket. She notified the flight crew of the issue and the phone was placed in a fire retardant bag for containment. As a result of the incident, the aircrew declared an emergency and landed without incident. There were no injuries reported. The aircraft seat cushion was slightly damaged and replaced. Upon arriving at the gate and deplaning the aircraft, a Delta Customer Service
7/30/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	UPS	N/A	UPS personnel discovered a package at the UPS Hong Kong facility to be emitting smoke. The package contained 10 power banks weighing a total of approximately five pounds. The investigation determined that only one of the power banks went into thermal runaway and the other nine were not damaged. There were no reported injuries or damage to the facility.
7/28/2018	Media	Li-ion	SmartBag	UAL	N/A	During baggage check-in, United Airlines personnel informed a passenger that he needed to remove the lithium-ion battery from his Smart Bag prior to acceptance. While the passenger was attempting to remove the battery from the bag, it began to arc and smoke. The passenger brought the bag outside of the terminal, removed the contents and a fire extinguisher was used to extinguish the bag. The customer obtained another bag and checked in for the flight. No injuries or further damage was reported. The manufacturer was "Away Travel" (www.awaytravel.com). The bag was 2 years old and was powered by a 37 WH battery.
7/25/2018	Airline	Li-ion	Battery	FedEx	N/A	During package transfer in Indianapolis, IN, (IND), a package containing one undeclared lithium-ion battery was run over by a tug causing it to smoke and smolder. The battery was for a Ring Doorbell, 3.65V, 6040 mAh, 22.04 Wh. The package was placed in a salvage drum. There were no reported injuries to people or damage to property.
7/23/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	Delta	Passenger	During cabin cleaning of a business class seat of a Boeing 767, a powered seat was reclined and crushed a battery pack/power pack that was apparently dropped there by a passenger on a previous flight. The battery pack caught fire and was extinguished by maintenance personnel. The seat was removed and replaced. No injuries or further damage was reported.
7/21/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	Southwest	Passenger	During loading of flight 4695 from Fort Lauderdale, FL (FLL) to Dallas, TX (DAL) a bag was removed from a baggage cart and was found to be smoking and caught fire prior to being loaded on the aircraft. The checked bag contained a portable battery pack/power pack, which appeared to go into thermal runaway and burned the smaller bag it was in, as well as the

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
						contents and the duffel bag itself. There was nothing plugged into the unit and it was not protected in any way inside of the bag, i.e., no protection against external short-circuiting. No injuries or other damage was reported.
7/10/2018	Airline	Li-ion	Unknown	FedEx	Cargo	A package containing lithium-ion batteries was damaged during the sort process at Memphis, TN sort facility, i.e., punctured during the sort process. Shortly after, it began emitting smoke and was placed in a salvage drum. When an attempt was made to identify the specific contents, the batteries were still arcing and it was deemed unsafe to proceed with further inspection of the package.
6/24/2018	Media report	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	Lufthansa	Passenger	Flight LH489 from San Jose, CA (SJC) to Frankfurt, Germany (FRA), was enroute when a passenger's power bank of a passenger suffered a thermal runaway and ignited. Cabin crew quickly extinguished the flames, cooled the power bank down and secured it while the flight crew continued the flight to Frankfurt, where the aircraft landed on schedule.
6/22/2018	Airline	Li-ion	Cell phones	DHL	Cargo	Shipment seized by US Customs at DHL JFK gateway and found to contain 25 repaired cell phones. One of the handsets/phones had begun smoking and was melted due to heat. Shipment had lithium battery handling label (UN3481) and statement on air waybill "Lithium Ion Batteries in compliance with Section II of PI967."
6/16/2018	Airline	Li-ion	Cell phone spare batteries	Emirates	Passenger	"7050 loosely packaged used batteries from iPhone 6, iPhone 6 Plus, iPhone 6S, iPhone 6S Plus, and Note 5, were shipped in a fiberboard boxes from Dallas, TX (DFW) to Dubai, UAE (DXB) on Emirates flight 222 on June 14, 2018 and transferred to flight 123 on 15 June , 2018 from DXB to Istanbul, Turkey (IST).
6/8/2018	Airline	Li-metal	N/A	FedEx	Cargo	A package containing a shipment of 3.9v batteries fell from a cart, was run over and caught on fire. The only damage was to the contents of the box.
5/21/2018	Airline	Li-ion	Scooter	UPS	Cargo	A package containing a lithium-ion battery powered scooter caught fire at the UPS facility in Carlisle, PA. The scooter was destroyed by the fire. No injuries or additional damage was reported.
5/18/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	United	Passenger	On flight 426 during taxi-out, a passenger was using a charger/power pack to charge a cell phone. A pillow was on top of the device and the device began to overheat and emit smoke. The device was put into a containment bag and the flight returned to the gate. Investigation is ongoing.
5/11/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	Delta	Passenger	In Cleveland, OH (CLE), a passenger's portable charger/power bank overheated & emitted a burning electrical odor as aircraft taxied to runway. The Flight Attendant FA placed the device in a containment bag and the aircraft returned to the gate. CLE Station Supervisor took possession of the containment bag and stored in DG cabinet.

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
5/10/2018	Airline	Li-ion		Delta	Passenger	A gate checked bag for a passenger was discovered smoking in the connecting bag staging area where it was stored in preparation for its connecting flight. The bag had flown from Columbus, OH (CMH) to Atlanta, GA (ATL) on Delta flight 1646 and was prepared to fly to LOS Angeles (LAX) on flight 54 when it was discovered. The bag was not loaded on the connecting flight. Ten (10) loose lithium ion laptop computer batteries where improperly packed in the bag with their terminals unprotected resulting in two (2) of the batteries shorting out producing a dangerous evolution of heat.
5/9/2018	Airline	Li-ion	e-cig	Allegiant	Passenger	Flight 318 from Los Angeles (LAX) to Springfield, MO (SGF) returned to the gate at LAX due to a vape device inside of a passengers carry-on bag caught fire. The bag was burned as well as the carpet of the aircraft. A fire extinguisher was used to put the fire out. No injuries were reported.
5/5/2018	Airline	Li-ion	e-cig	Delta	Passenger	A Vape Pen that appears to have gone into Thermal Runaway while at San Diego International Airport. No additional info at this time.
4/27/2018	Airline	Li-ion	e-cig spare battery/charging unit	Southwest	Passenger	A checked bag in the baggage sort room was emitting smoke. It contained four 3.7v lithium-ion batteries in a charging device. One or more of the batteries went into thermal runaway and burned the bag significantly. The spare batteries were for a vape device/ecig.
4/19/2018	Airline	Li-ion	Battery Charger/ Battery Pack	UAL	Passenger	At Kansas City, KS (MCI) airport, a checked bag caught fire in the baggage sort room after being place on the outbound baggage belt. Bag room personnel extinguished the fire. The bag contained a battery-charging device with lithium ion batteries inserted. The unit was destroyed and there was extensive damage to the bag and its contents.
4/10/2018	Airline	Li-ion	iPhone 6s	Delta	Passenger	On flight 2981, from Seattle, WA (SEA) to Salt Lake City, UT (SLC), during approach a passenger's iPhone 6S started to spark/smoke. The phone was not charging, the passenger was playing on phone. iPhone 6s started to spark/smoke he took it to the Flight Attendants in the back. During the process, the customer burned his hand. He refused medical attention. Flight Attendants placed in fire containment bag with water and then in lavatory sink. The phone was returned to the customer. No injuries to crew.
4/7/2018	Airline	Li-ion	iPad	UAL	Passenger	On flight 90, from Newark, NJ (EWR) to Tel Aviv, Israel (TLV), a passengers' iPad became wedged in their seat, became very hot and began to emit smoke. It was placed in a containment bag. No injuries or damage were reported.
4/4/2018	Airline	Li-ion	Laptop	Southwest	Passenger	A passenger spilled water on a laptop causing it to smoke and overheat. Flight attendant placed laptop in a containment bag. No injuries or damage to the aircraft were reported.

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
3/17/2018	Airline	Li-ion	Power pack/ charging device	UAL	Passenger	On flight 1506 from Houston, TX (IAH) to Havana, Cuba (HAV), a customer's power pack in his backpack overheated, exploded and caught fire. The passenger threw it into the aisle where it was extinguished and then then placed into a containment bag by the flight attendant. No injuries or damage were reported.
3/12/2018	Airline	Li-ion	Battery heated socks (Flambeau brand)	SkyWest	Passenger	While loading baggage on SkyWest flight 4449 in Salt Lake City, UT (SLC) the ground crew smelled a burning electrical smell and notified the pilot and the Tower. The pilot had all of the baggage removed from the aircraft and identified source to a piece of checked baggage. The bag was opened and one of two pairs of Lithium-ion battery heated socks, which had burned, were discovered. The investigation revealed that the socks have a slide switch, which allows the unit to be on High or Low, and if the switch is in the middle, it is OFF. No guard or safety switch to prevent accidental activation. There were two (2) pairs of socks. Each sock has its own battery, for a total of four batteries. One of the batteries was either in the ON position or had a runaway. The switch position cannot be determined on the burned battery. The next battery was melted to the first battery and the sock material. That battery was in the OFF position. The last two batteries were not affected. The brand of the socks is: Flambeau www.flambeauoutdoors.com
3/12/2018	Airline	Li-ion	iPhone	Delta	Passenger	On flight 40 from Sydney, Australia (SYD) to Los Angeles (LAX), a passenger's phone became wedged in his seat and began to smoke. The passenger was moved to another seat while the flight attendant removed the phone and placed it in a containment bag. The flight landed without incident. No injuries or damage reported.
3/1/2018	Airline	Li-ion	e-cig spare battery	Allegiant	Passenger	A bag began to emit smoke and catch fire after being place on the carousel in baggage claim at Harrisburg, PA (MDT). Emergency services were dispatched. A passenger realized it was his suitcase and removed the bag from the carousel and took it outside of the terminal, where the flames burned out. The cause of the fire appeared to be from three lithium batteries, as they were still smoldering when emergency services arrived on scene. The passenger indicated the batteries were Samsung rechargeable batteries used for his vape device.
2/14/2018	Airline	Li-ion	Samsung cell phone	FedEx	Cargo	A package containing a cell phone was seen emitting smoke while on the conveyor system at the Memphis sort facility. The fiberboard box was punctured by the sort system and appears to have damaged the phone causing it to go into thermal runaway.
2/13/2018	Airline	Li-ion	Soundlogic XT Powerbank	SkyWest	Passenger	During boarding a power bank began to smoke while sitting in the passenger's jacket pocket, which had been placed in the empty seat next to his. The power bank was charged the night before the flight and never had

Date	Source	Type of Battery	Device (if applicable)	Carrier	Aircraft Type (Passenger or Cargo)	Incident Summary
						other devices attached to it. The passenger stated the power bank was the only item inside his jacket pocket. There were no flames associated with the overheating battery.
2/3/2018	Airline	Li-ion	iPhone with power pack	Frontier	Passenger	Flight 1883, en route from Orlando, FL (MCO) to Phoenix, AZ (PHX), reported smoke in the cabin. The flight diverted to Tampa, FL (TPA) where it landed without incident. A passenger's cell phone and power pack was smoking and the case was hot and disfigured. The passenger threw the phone into the aisle and another passenger picked it up and brought it to the lavatory and placed it in the sink and ran water over it then covered it in ice. Upon arrival at the gate, the fire department removed the faulty cell phone and its associated defective charger. After the incident, follow-up interviews with Flight Attendants indicated no fire occurred, only smoke. In addition, follow up correspondence/reports from the Tampa Bay Fire Rescue, indicated 3 individuals were attended to, 2 with minor burns, 1 with respiratory issue. Some reports of nausea and headaches by others. No damage to the aircraft was reported.
1/30/2018	Airline	Li-ion	MaxAmp 6000XLmah LiPo 11.1v True 100c	FedEx	Cargo	A package containing three batteries was reported as burned prior to loading at the sort facility in Memphis, TN. Fire Services responded and extinguished the fire. Damage was limited to the package and its contents.
1/30/2018	TSA	Li-ion	E-cigarette	N/A	N/A	A lithium battery in a vaping/e-cigarette device exploded in a passenger's carry-on bag during x-ray screening at the Denver, CO (DEN) south Security Screening Checkpoint. The checkpoint was evacuated by TSA. No injuries reported.
1/14/2018	Airline	Li-ion	Power bank	United	Passenger	A passenger on flight 558 operating from Portland, OR (PDX) to Chicago, IL (ORD) had a battery/powerpack that was overheating, got hot and started to smoke. The item was placed in a thermal containment bag. No further information available.
1/14/2018	Airline	Li-ion	Cell phone	Alaska	Passenger	During flight, the passenger at Seat 6F notified the flight crew that while his cell phone was plugged into the USB outlet, it became very warm and started bulging. The device was not on fire or smoking; however, flight crew put the device in the Battery Containment Bag (BCB) and secured the BCB in the Aft Lav. The crew reported the outlet as being loose/broken to maintenance and it was replaced. It was not determined if the outlet was the cause of the overheating of the cell phone.
1/3/2018	Airline	Li-ion	Laptop	Delta	Passenger	At CVG (Cincinnati, OH) a passenger inadvertently dropped a laptop at the security checkpoint. After they arrived at their departure gate the laptop was emitting smoke and it was becoming excessively hot. The passenger removed the battery from the laptop and gave it to the gate agent who put it outside in a bucket of sand.

10 Allegato 3. Raccolta casi incidenti occorsi a veicoli elettrici. P.Russo e P. Papillo⁶

Veicoli elettrici							
Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
giu-11	Hangzhou (Cina)	Un taxi della Zotye ha preso fuoco quando a bordo erano presenti il conducente e due passeggeri. nessuna persona è rimasta ferita ma l'auto è andata distrutta. Il rapporto conferma che le celle della batteria sull'auto, non erano responsabili dell'incidente, ma erano impiegate in modo improprio.	Zotye M300 EV	LiFePo4 100Ah 32.5kWh	Danno dell'isolamento tra le celle di batteria e le pareti del contenitore di alluminio in cui le cellule sono state impilate; cortocircuiti avvenuti all'interno dei contenitori che coinvolgono parti di supporto e di collegamento delle batterie.	Nessun ferito	http://chinaautoweb.com/2011/04/hangzhou-halts-all-electric-taxis-as-a-zotye-langvye-multipla-ev-catches-fire/ http://chinaautoweb.com/2011/06/battery-pack-defects-blamed-for-zotye-ev-fire/
giu-11	USA	La Volt che ha preso fuoco era stata distrutta in un impatto laterale durante un crash test NHTSA, ruotata di 360 gradi sottosopra, e poi conservata in un deposito all'aperto. Tre settimane dopo il crash test, la vettura ha preso fuoco.	Chevrolet Volt (P-HEV)	A ioni di litio da 16 kWh (58 MJ)	Danneggiamento del circuito di raffreddamento	Nessun ferito	http://www.electricmotornews.com/veicoli-ecologici/automobili/chevrolet/chiese-le-indagini-sullincendio-della-batteria-della-volt http://www.forum.clubvolvoitalia.it/index.php?topic=4627.0
mag-12	Shenzhen (Cina)	Un Taxi della BYD e6 si è incendiata dopo essersi scontrata frontalmente con un'altra auto	BYD e6	75 kWh (LiFePO4) 92 celle	Incendio innescato dopo l'impatto	3 Morti (tutti nell'auto elettrica) + 1 ferito nell'altra macchina	http://chinaautoweb.com/2012/05/three-byd-e6-passengers-killed-in-fiery-crash-spurring-ev-safety-concern/
mag-12	Texas	Un nuovo veicolo elettrico pulg-in ibrido si è incendiato dopo pochi minuti che è stato parcheggiato nel garage.	Fisker Karma P-HEV		L'incendio è stato innescato stesso dall'auto elettrica	Nessun ferito, ma si è incendiata una parte della casa ed altre due auto	http://autoweek.com/article/car-news/official-claims-fisker-karma-blame-texas-house-fire-update-statement-fisker-karma

⁶ Paola Russo, Pierluigi Papillo: "La ricarica di veicoli elettrici: studio preliminare alla modellazione delle distanze di sicurezza ".Report RdS/PAR2016/241. Settembre 2017

Veicoli elettrici

Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
ago-12	Woodside - California	Un'auto ha preso fuoco mentre era parcheggiata. Secondo gli ingegneri Fisker, la zona di origine del fuoco era determinata all'esterno del vano motore, poiché il fuoco era situato all'angolo anteriore dell'autista	Fisker Karma P-HEV		Un guasto ha causato il non funzionamento della ventola di raffreddamento a bassa temperatura, quindi il surriscaldamento ha avviato un incendio lento.	Nessun ferito	https://www.engadget.com/2012/08/18/fisker-completes-investigation-of-latest-karma-ev-fire-issues-c/
ott-12	New Jersey	L'uragano Sandy ha causato l'alluvione di un porto a Newark. Le inondazioni sono durate diverse ore e, in seguito, 16 Fisker Karma e una Toyota Prius PHEV nuove di zecca sono stati distrutti da un incendio	16 Fisker Karma P-HEV 1 Toyota Prius		Le macchine erano completamente coperte con acqua salata durante l'alluvione, una situazione estrema in cui è probabile che si verifichino cortocircuiti elettrici si verificano	17 auto incendiate	http://www.greenstart.it/lo-strano-caso-delle-fisker-karma-incendiate-durante-luragano-sandy-499
mar-13	Giappone	La batteria agli ioni di litio di un i-MiEV ha infiammato l'impianto di assemblaggio della batteria Mizushima mentre è collegato ad un dispositivo di prova di scarico	Mitsubishi i-MiEV			Non si è verificato un danneggiamento del personale o u dell'impianto e delle attrezzature principali dell'impianto.	http://www.greenstart.it/ancora-noie-dalle-batterie-al-litio-ora-tocca-a-mitsubishi-702
mar-13	Giappone	La batteria di un Outlander P-HEV in una concessionaria a Yokohama ha surriscaldato e fuso alcune delle celle di batteria, dopo che il veicolo era stato completamente caricato per un giorno. Il conducente ha rilevato un odore, che è stato ricondotto alla fusione di parte della batteria.	Mitsubishi Outlander		La fusione si è generata dal surriscaldamento di alcune delle celle della batteria.	Nessun ferito	http://www.greencarcongress.com/2013/03/mmc-20130327.html
ott-13	Washington	Una Tesla Model S prende fuoco dopo aver investito un corpo metallico in autostrada	Tesla Model S	18650 panasonic	Incendio innescato dopo l'urto	Nessun ferito	http://www.veicolielettricinews.it/incendio-della-tesla-model-s-ecco-i-primi-chiarimenti/
ott-13	Messico	L'auto colpisce un albero ad un'elevata velocità e dopo si incendia	Tesla Model S	18650 panasonic	Incendio innescato dopo l'urto ad alta velocità	Nessun ferito	http://www.auto-blog.com.mx/functionario-de-hacienda-choca-e-incendia-un-tesla-model-s-en-merida/

Veicoli elettrici							
Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
nov-13	Smyrna Tennessee-USA	L'incendio è avvenuto dopo che l'auto ha colpito un gancio di traino nei pressi di una ferrovia.	Tesla Model S	18650 panasonic	Incendio innescato dopo l'urto ad alta velocità	Nessun ferito	http://www.greenstyle.it/auto-elettriche-una-tesla-model-s-prende-fuoco-negli-usa-60453.html
feb-14	Toronto Canada	Il fuoco si è sviluppato durante la sosta. la vettura elettrica era stata posteggiata dal proprietario a fianco di una Lexus nel proprio garage, ma sembra che non fosse collegata alla rete elettrica per la ricarica	Tesla Model S	18650 panasonic	Non accertate	Nessun ferito	http://www.greenstyle.it/auto-elettriche-una-tesla-model-s-ha-preso-fuoco-a-toronto-73355.html
gen-16	Brokelandsheia Norvegia	L'auto prende fuoco durante la ricarica in una stazione supercharge	Tesla Model S	18650 panasonic	L'incendio ha avuto origine nella scatola di distribuzione elettrica contenuta nella Model S	Nessun ferito	http://www.electricmotornews.com/veicoli-ecologici/automobili/tesla-automobili/corto-circuito-in-auto-incendio-una-tesla-model-s-in-norvegia
mag-16	Olanda	Lo scontro è avvenuto ad alta velocità: quando i soccorsi sono arrivati, il conducente era già deceduto. Stando ad alcune fonti, l'incendio si sarebbe propagato dai moduli usciti dal pacco batterie, danneggiato nello scontro	Tesla Model S	18650 panasonic	Incendio innescato dopo l'urto ad alta velocità	Morte del conducente	https://www.quattroruote.it/news/eventi/2016/09/07/tesla-incidente-mortale-in-olanda-una-model-s-prende-fuoco.html
lug-16	Roma	L'auto avrebbe preso fuoco dalla parte posteriore ed è andata bruciata	BMW i3		Non accertate	Nessun ferito	https://www.alvolante.it/news/bmw-i3-della-polizia-va-fuoco-347618 http://www.hdmotori.it/2016/07/13/bmw-i3-polizia-fiamme-video/
ago-16	Biarritz (Francia)	Una Model S prende fuoco durante un test drive in Francia	Tesla Model S 90D	18650 panasonic	L'incendio è scoppiato per via di un errato collegamento elettrico	Nessun ferito	http://www.ilfattoquotidiano.it/2016/08/16/tesla-una-model-s-prende-fuoco-durante-un-test-drive-in-francia-illesi-i-passeggeri/2977046/

Veicoli elettrici

Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
							http://www.motorionline.com/2016/09/15/tesla-model-s-90d-chiuse-le-indagini-sullincendio-avvenuto-in-francia/
nov-16	Indianapolis	Una Tesla Model S è stata avvolta da un furioso incendio in seguito ad un terribile incidente a Indianapolis (USA).	Tesla Model S	18650 panasonic	L'elettrica procedeva ad alta velocità e le fiamme si sono sprigionate in seguito all'impatto contro un albero, facendo esplodere le batterie della Tesla Model S	2 morti. Il conducente (una donna di 27 anni morta sul colpo) che il passeggero (un uomo di 44 anni deceduto in ospedale)	http://motoriblog.net/auto/10623/tesla-model-s-due-persone-uccise-un-violento-incidente
feb-17	Guangzhou (Cina)	Un Modello X della tesla, con a bordo tre persone, viaggiava a 75 km/h sull'autostrada di Guangzhou (Cina). L'auto si è schiantata contro un guard rail e ha perso il controllo. Dopo l'impatto l'elettrica si è incendiata.	Tesla SUV Model X		L'incendio si è verificato dopo la collisione	3 persone sono rimaste ferite	http://www.bestchinanews.com/Science-Technology/9525.html http://www.bestchinanews.com/1ydzximg/0GBCKVjp2P
mar-17	Shangai (Cina)	Un modello S di Tesla preso fuoco a Jinqiao in una stazione di ricarica veloce a Shanghai, in Cina. Il veicolo ha preso fuoco quando non era collegato alla colonnina di ricarica.	Tesla Model S P85	18650 panasonic	Non è chiaro se l'incendio abbia avuto origine dal veicolo stesso o da qualcosa all'interno della cabina	Nessun ferito	https://electrek.co/2017/03/04/tesla-model-s-fire-shanghai/
giu-17	Svizzera	L'auto sportiva si è incendiata dopo l'uscita fuori strada durante una registrazione di una scena di un film	Rimac Concept One (vettura sportiva elettrica)		Incendio dopo capovolgimento dell'auto	Il conducente si è ferito	http://www.wheels24.co.za/Fuel_Focus/richard-hammonds-crash-why-did-his-ev-catch-fire-20170614 https://www.youtube.com/watch?v=hc9yulTtU
ott-17	Austria	Una donna di 19 anni alla guida di una Tesla Model S sulla Arlberg Expressway si è schiantata contro una barriera di cemento armato ad alta velocità	Tesla Model S	18650 panasonic	Un incendio apparentemente iniziato nella batteria nella parte anteriore del veicolo in cui ha colpito il muro di cemento.	Il conducente si è leggermente ferito	https://electrek.co/2017/10/18/tesla-model-s-fire-high-speed-crash-video-impressive-operation/

Veicoli elettrici							
Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
							https://www.facebook.com/802617813183804/videos/1297901856988728/

E-bike							
Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
giu-17	Svizzera	L'auto sportiva si è incendiata dopo l'uscita fuori strada durante una registrazione di una scena di un film	Rimac Concept One (vettura sportiva elettrica)		Incendio dopo capovolgimento dell'auto	Il conducente si è ferito	http://www.wheels24.co.za/Fuel_Focus/richard-hammonds-crash-why-did-his-ev-catch-fire-20170614 https://www.youtube.com/watch?v=hc9yulTtU
ott-17	Austria	Una donna di 19 anni alla guida di una Tesla Model S sulla Arlberg Expressway si è schiantata contro una barriera di cemento armato ad alta velocità	Tesla Model S	18650 panasonic	Un incendio apparentemente iniziato nella batteria nella parte anteriore del veicolo in cui ha colpito il muro di cemento.	Il conducente si è leggermente ferito	https://electrek.co/2017/10/18/tesla-model-s-fire-high-speed-crash-video-impressive-operation/ https://www.facebook.com/802617813183804/videos/1297901856988728/
giu-17	Svizzera	L'auto sportiva si è incendiata dopo l'uscita fuori strada durante una registrazione di una scena di un film	Rimac Concept One (vettura sportiva elettrica)		Incendio dopo capovolgimento dell'auto	Il conducente si è ferito	http://www.wheels24.co.za/Fuel_Focus/richard-hammonds-crash-why-did-his-ev-catch-fire-20170614 https://www.youtube.com/watch?v=hc9yulTtU
ott-17	Austria	Una donna di 19 anni alla guida di una Tesla Model S sulla Arlberg Expressway si è schiantata contro	Tesla Model S	18650 panasonic	Un incendio apparentemente iniziato nella batteria nella parte anteriore del veicolo in cui ha colpito il muro di cemento.	Il conducente si è leggermente ferito	https://electrek.co/2017/10/18/tesla-model-s-fire-high-speed-crash-video-impressive-operation/

E-bike

Data	Luogo	Descrizione incidente	Veicolo	Batterie	Cause	Danni a persone e altri	Sito web
		una barriera di cemento armato ad alta velocità					https://www.facebook.com/802617813183804/videos/1297901856988728/

11 Allegato 4. Raccolta casi incidenti preliminare alla analisi dei rischi. M. Schiavetti e altri⁷

Data	Luogo	Descrizione dell'incidente	Veicolo	Batteria	Cause	Conseguenze	Fonte bibliografica
17 Novembre 2010	Norvegia	Circa alle 6 del mattino un fuoco viene identificato sul ponte di trasporto veicoli del traghetto che collega Oslo a Copenaghen. L'intervento dell'impianto sprinkler del traghetto ha spento l'incendio. Nessun ferito. La causa dell'incidente è stata identificata in un cortocircuito nel connettore di una prolunga utilizzata per ricaricare una Nissan Qashqai modificata ad alimentazione elettrica dalla compagnia "A Future EV" alimentandosi da una presa di corrente presente sul ponte della nave.					i, ii
Aprile 2011	Cina	Una Zoyte M300 EV operante come taxi prende fuoco a Hangzhou, Cina. L'autista ed i passeggeri lasciano l'abitacolo illesi. L'investigazione dell'incidente addebita la causa dell'evento in un difetto del pacco batteria dovuto alla mancanza di controllo di qualità durante il processo di costruzione e assemblaggio. Secondo gli investigatori i problemi incorsi inclusero la perdita di materiale dalle celle, la perdita di isolamento tra le celle ed il case di alluminio del pacco batterie portando a cortocircuiti tra uno dei pacchi ed involucri protettivi di altre parti e supporti. Il più esteso dei corto circuito ha portato all'ignizione dei sedili posteriori.					iii, iv
Giugno 2011	USA	A seguito di un test crash su una Chevrolet Volt quest'ultima ha preso fuoco a 3 settimane dall'avvenuto test. A seguito dell'evento l'NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) ha iniziato a lavorare con le case costruttrici sull'emissione di linee guida per la sicurezza dei passeggeri e dei soccorritori che intervengono a seguito di un incidente dove viene coinvolto un veicolo elettrico.					v, vi, vii
Novembre 2011	USA	Altri test vengono effettuati sulla Chevrolet Volt ed in 2 dei 3 test effettuati si verificano eventi termici, inclusi incendi. A seguito dei test la casa costruttrice rinforza la protezione meccanica intorno ai pacchi batterie e modifica il sistema di raffreddamento per avere maggiori garanzie di asportazione del calore da parte del sistema anche a seguito di una collisione.					viii, ix
Dicembre 2011	USA	La Fisker ritira le prime 239 Karmas inviate negli USA per problemi di sicurezza dei pacchi batterie dovuti a possibili perdite di refrigerante. Il produttore dichiarò che alcuni fissaggi delle tubazioni del circuito refrigerante non erano stati posizionati a regola d'arte e che una perdita di refrigerante avrebbe potuto provocare corto circuiti e incendio del pacco batterie.					x

⁷ M. Schiavetti, T. Pini, F. D'Errico, M. Carcassi: "STUDIO SULLA CARATTERIZZAZIONE DEI VARI LIVELLI DI PROTEZIONE DI SISTEMI DI ACCUMULO LITIO-IONE PER USO AUTOMOTIVE, MEDIANTE "LAYER OF PROTECTION ANALYSIS (LOPA)"". Report RdS/PAR2016/242. Settembre 2017

Data	Luogo	Descrizione dell'incidente	Veicolo	Batteria	Cause	Conseguenze	Fonte bibliografica
Aprile 2012		Una Chevrolet elettrica prende fuoco durante la ricarica. La causa viene individuata nella sovra carica del pacco batterie.					xi
Maggio 2012	USA	Una Fisker Karma prende fuoco coinvolgendo altri 2 veicoli in un garage privato a Fort Bend County, Texas, USA. Gli investigatori concludono che l'incendio è iniziato dalla Karma senza poter identificare le cause dell'incidente, il pacco batterie non sembra comunque aver contribuito.					xii, xiii
Maggio 2012	Cina	Una Nissan GTR impatta contro una BYD e6 utilizzata come taxi a Shenzhen, Cina. L'auto elettrica prende fuoco dopo l'impatto con un albero provocando la morte delle 3 persone a bordo. Gli investigatori cinesi concludono che le fiamme si sviluppano a seguito di corto circuiti sulla linea ad alta tensione che hanno portato all'ignizione di materiale infiammabile dell'auto. Il pacco batterie non è esploso, solo alcune delle celle sono state coinvolte nell'incendio e il 75% delle celle stesse sono rimaste intatte.					xiv, xv
Agosto 2012	USA	Una Karma prende fuoco durante il parcheggio a Woodside, California, USA. La causa dell'incendio è stata identificata al di fuori del sistema batterie, in un ventilatore che ha subito un malfunzionamento e surriscaldandosi ha preso fuoco.					xvi, xvii, xviii, xix
Settembre 2012		La Chrysler ha temporaneamente ritirato dal mercato 109 Dodge Ram 1500 ibridi e 23 Chrysler Town & Country ibridi dopo che 3 diversi pick-up hanno subito danni a causa del surriscaldamento dei pacchi batteria da 12.9 kW/h. Il produttore ha sostituito i pacchi batteria con celle avente diversa tecnologia al litio.					xx
29 Ottobre 2012		A seguito delle inondazioni provocate dalla tempesta "Sandy" una Toyota Prius e 16 Fisker Karmas prendono fuoco mentre sono parcheggiate al Port Newark – Elizabeth Marine Terminal. I veicoli erano stati parzialmente sommersi dall'inondazione provocata dall'uragano. Nel caso della Toyota la casa costruttrice identifica la causa nel contatto dell'acqua salata con il sistema elettrico. Anche nel caso delle Karmas gli ispettori identificano la causa nel danneggiamento provocato dal sale all'interno dell'unità di controllo del veicolo e a corto circuiti provocati dall'azione del sale. Sembra che il corto circuito abbia interessato solo alcuni dei veicoli mentre gli altri sono stati coinvolti nell'incendio originato da quelli adiacenti.					xxi, xxii, xxiii
18-21 Marzo 2013		Mitsubishi motors riporta 2 eventi incidentali coinvolgenti un'auto elettrica (i-MiEV) e un'auto ibrida Outlander P-HEV. Il produttore delle batterie al litio era lo stesso delle batterie della flotta di Boeing 787 Dreamliner la cui intera flotta era stata tenuta a terra per problemi con le batterie il gennaio dello stesso anno. La batterie della i-MiEV ha preso fuoco nell'impianto di assemblaggio delle batterie a Mizushima mentre era connesso ad un ciclatore il 18 Marzo. Il 21 Marzo il pacco batterie di un Outlander P-HEV si surriscalda e fonde alcune celle durante l'esposizione viiiin un					xxiv, xxv, xxvi

Data	Luogo	Descrizione dell'incidente	Veicolo	Batteria	Cause	Conseguenze	Fonte bibliografica
		concessionario a Yokohama e dopo che il pacco batterie era stato caricato il giorno precedente. La causa venne identificata con un cambiamento effettuato nel processo di produzione delle batterie dalla casa produttrice. Altri riferimenti individuano la causa dell'incidente nell'alta temperatura ambiente [xi].					
1 Ottobre 2013	USA	Una Tesla modello S prende fuoco dopo aver colpito dei detriti sull'autostrada vicino a Kent, Washington USA. L'autista ha lasciato l'autostrada seguendo le istruzioni del sistema di controllo che gli imponeva di fermare il veicolo, che ha preso fuoco costringendolo ad abbandonare l'auto durante il transito sulla rampa di uscita. L'investigazione della casa produttrice riporta che il danneggiamento al pacco batterie è stato causato da un pezzo di metallo perso da un rimorchio che ha fessurato la protezione metallica (0.64cm) ed uno dei pacchi batterie, aggiungendo che la progettazione del pacco batterie ha impedito l'estensione della combustione agli altri pacchi; l'abitacolo è rimasto illeso. I vigili del fuoco riportano di essere intervenuti più di una volta sul focolare che continuava a riprendere a bruciare dopo lo spegnimento fino a che bucando il telaio hanno applicato acqua direttamente sul pacco batterie.					xxvii, xxviii, xxix
18 Ottobre 2013		Una Tesla modello S esce di strada per l'alta velocità in corrispondenza di una rotatoria e prende fuoco dopo aver impattato contro un muro ed un albero.					xxx
6 Novembre 2013	USA	Una Tesla S prende fuoco durante la marcia sulla strada Interstatale 24 vicino Murfreesboro, Tennessee USA, dopo l'urto accidentale con un gancio di traino perduto sulla strada che ha danneggiato il fondo dell'auto. A seguito dell'incidente, in attesa di una revisione interna, la Tesla ha deciso di estendere la garanzia dell'auto ai danni da incendio e aggiungendo un software che aumenta l'altezza dal suolo durante la guida ad alta velocità.					xxiv, xxxi
15 Novembre 2013	USA	Una Tesla S prende fuoco durante la ricarica in un garage a Irvine, California USA. L'incendio sembra essere originato dal connettore a muro, dove era connesso l'adattatore. A seguito dell'incidente Tesla ha introdotto un nuovo software che limita la corrente di ricarica e aggiunto un fusibile sull'adattatore.					xxxii, xxxiii
28 Marzo 2014	CANADA	Una Tesla S prende fuoco durante la sosta in un garage a Toronto CANADA. Il veicolo non era in ricarica e le cause dell'incendio rimangono oscure.					xxxiv, xxxv
Marzo 2015	Cina	Un bus elettrico Greenwheel ha preso fuoco durante la marcia a Zhangzhou, Cina. La causa dell'evento viene descritta come un corto circuito esterno.					viii
Marzo 2015	Cina	Un'auto elettrica Tang Jun brucia spontaneamente a Henan, Cina. La temperatura esterna elevata porta alla combustione del mezzo.					viii

Data	Luogo	Descrizione dell'incidente	Veicolo	Batteria	Cause	Conseguenze	Fonte bibliografica
Aprile 2015	Cina	Un bus elettrico Wu Zhoulong prende fuoco durante la carica a Shenzhen, Cina. Il BMS omette di fermare la carica provocando una sovra carica.					viii
3 Settembre 2015	USA	Una Nissan Leaf prende fuoco in strada in Texas, USA. Non sono disponibili maggiori informazioni.					xxxvi
1 Gennaio 2016	Norvegia	Una Tesla S prende fuoco durante la ricarica al "Tesla Supercharger" in Norvegia. Lo sviluppo dell'incendio è stato lento e il proprietario ha avuto il tempo di scollegare la macchina e raccogliere gli effetti personali. L'indagine ha messo in evidenza che l'incendio è stato originato da un corto circuito nella scatola di distribuzione ma i danni non hanno permesso di individuare la causa specifica.					xxxvii, xxxviii, xxxix, xl
Marzo 2016	Cina	Un bus Wu Zhoulong prende fuoco durante la marcia a causa di un corto circuito esterno a Shenzhen, Cina.					viii
Marzo 2016	USA	Una Tesla modello S prende fuoco dopo un forte impatto contro un albero a Indianapolis, USA. I soccorritori riportano che durante l'intervento la combustione della batterie avveniva con lancio di "proiettili" tutto intorno.					xli
Maggio 2016	Cina	Un bus elettrico Yinlong prende fuoco durante la carica a Zhuhai, Cina. La causa è un corto circuito esterno.					viii
12 Luglio 2016	Italia	Una BMW i3 in forza alla Polizia di Stato prende fuoco sulla Salaria nei pressi di Roma. La causa è da determinare, nessun ferito.					xlii
17 Agosto 2016	Francia	Una Tesla S prende fuoco durante una prova dimostrativa nel sud della Francia. L'autista riporta di aver sentito un rumore in accelerazione su un rettilineo dopo il quale l'unità di controllo gli ha comunicato di fermare il veicolo. Dopo un minuto si è sviluppato un incendio che in 5 minuti ha completamente distrutto l'auto. Salvi i 4 occupanti.					xlili, xlv
8 ottobre 2016	UK	Una Tesla S prende fuoco nello Yorkshire, mentre era in ricarica nel giardino di un'abitazione privata. La causa dell'evento sarebbe un lieve tamponamento avvenuto più di 2 mesi prima ed in seguito al quale delle riparazioni di carrozzeria erano state effettuate in un officina autorizzata dalla casa costruttrice assieme ad un controllo della vettura.					xlvi
17 Febbraio 2017	USA	Una Tesla ha preso fuoco ed è "esplosa" subito dopo l'impatto con un albero a Indianapolis, USA, mentre il pilota cercava di evitare un'auto che viaggiava contromano. La ragazza alla guida muore nell'impatto, mentre l'occupante muore in seguito ai danni causati dall'esplosione e dall'incendio.					xlvi
10 Luglio 2017	UK	Un'auto elettrica (SMART) prende fuoco durante la ricarica a Wickford, Essex, UK. La causa dell'evento è stata imputata ad un corto circuito elettrico.					xlvi

- i. <http://www.fyens.dk/article/1731574:Indland-Fyn--Faerge-tidligst-paa-vandet-igen-om-seks-dage?rss>
- ii. <https://ing.dk/artikel/forlaengerledning-til-ombygget-elbil-skyld-i-brand-pa-faerge-114022>
- iii. <http://chinaautoweb.com/2011/04/hangzhou-halts-all-electric-taxis-as-a-zotye-langyue-multipla-ev-catches-fire/>
- iv. <http://chinaautoweb.com/2011/06/battery-pack-defects-blamed-for-zotye-ev-fire/>
- v. <https://wheels.blogs.nytimes.com/2011/11/11/chevy-volt-fire-prompts-federal-investigation-into-lithium-ion-batteries/?ref=automobiles>
- vi. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2011-11-11/gm-volt-battery-fire-is-said-to-prompt-u-s-probe-into-electric-car-safety>
- vii. http://www.nytimes.com/2011/11/26/business/regulators-investigate-chevrolet-volt-battery.html?_r=2&ref=automobiles
- viii. https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicle_fire_incidents
- ix. <https://www.reuters.com/article/us-gm-volt-idUSTRE7AO1SH20111126?type=GCA-GreenBusiness&feedType=RSS&feedName=GCA-GreenBusiness&rpc=43>
- x. <https://wheels.blogs.nytimes.com/2011/12/30/fisker-recalling-239-karma-electric-cars-for-fire-hazard/?ref=automobiles>
- xi. C. Qi, Y. Zhu, F. Gao, S. Wang, K. Yang, Q. Jiao, "Safety analysis of Lithium-ion batteries by rheology-mutation theory coupling with fault tree method", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2017 (1-9)
- xii. <http://autoweek.com/article/car-news/official-claims-fisker-karma-blame-texas-house-fire-update-statement-fisker-karma>
- xiii. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-05-18/fisker-karma-fire-in-texas-garage-being-probed-by-nhtsa>
- xiv. <http://www.greencarcongress.com/2012/05/bydcrash-20120528.html>
- xv. <http://www.greencarcongress.com/2012/08/byde6-20120810.html>
- xvi. <https://www.wired.com/2012/08/fisker-karma-fire-part-deux/>
- xvii. http://www.greencarreports.com/news/1078412_second-fisker-karma-fire-casts-fresh-doubt-on-plug-in-hybrid
- xviii. <http://www.dailytech.com/Faulty+Cooling+Fan+to+Blame+for+Latest+Fisker+Karma+Fire+Recall+Initiated/article25448.htm>
- xix. <http://www.greencarcongress.com/2012/08/fisker-20120818.html>
- xx. http://www.greencarreports.com/news/1079368_chrysler-yanks-plug-in-hybrid-test-fleet-off-roads-will-replace-batteries
- xxi. <https://wheels.blogs.nytimes.com/2012/11/02/mystery-at-port-newark-why-did-17-plug-in-cars-burn/>
- xxii. http://www.motorauthority.com/news/1080183_fisker-karmas-catch-fire-after-being-submerged-by-hurricane-sandy-flood
- xxiii. http://www.greencarreports.com/news/1080276_sandy-flood-fire-followup-fisker-karma-battery-not-at-fault
- xxiv. http://www.nytimes.com/2013/03/28/business/gs-yuasa-discovers-problems-with-its-car-battery.html?emc=eta1&_r=2&
- xxv. <http://www.greencarcongress.com/2013/03/mmc-20130327.html>
- xxvi. <http://insideevs.com/mitsubishi-extends-production-halt-on-outlander-phev-as-perplexing-battery-investigation-continues/>
- xxvii. <https://wheels.blogs.nytimes.com/2013/10/02/highway-fire-of-tesla-model-s-included-its-lithium-battery/>
- xxviii. <http://www.hybridcars.com/tesla-model-s-fire/>
- xxix. http://www.nytimes.com/2013/10/04/business/car-fire-a-test-for-high-flying-tesla.html?ref=automobiles&_r=0
- xxx. <http://www.nytimes.com/2013/11/08/business/another-fire-raises-questions-for-tesla.html>
- xxxi. http://www.greencarreports.com/news/1088588_tesla-fires-nhtsa-will-probe-warranty-to-cover-fire-damage-ride-height-tweak

-
- xxxii. http://www.nytimes.com/2013/11/20/business/us-safety-agency-opens-inquiry-into-tesla-fires.html?ref=automobiles&_r=0
- xxxiii. <http://insideevs.com/nhtsa-opens-formal-investigation-into-13108-2013-tesla-model-s-sedans-sold-in-us/>
- xxxiv. <http://jalopnik.com/the-tesla-model-s-now-with-road-debris-crushing-titani-1553544362>
- xxxv. <http://www.businessinsider.com/february-1st-toronto-tesla-fire-2014-2?IR=T>
- xxxvi. <https://longtailpipe.com/2015/09/03/nissan-leaf-catches-fire-in-north-texas-no-clear-information-available/>
- xxxvii. <https://www.fvn.no/nyheter/lokalt/Tesla-tok-fyr-og-brant-helt-ut-468805b.html>
- xxxviii. <https://www.aftenposten.no/norge/i/XM1B/Tesla-antente-under-lading-og-brant-opp>
- xxxix. <http://www.vg.no/forbruker/bil-baat-og-motor/elbil/tesla-brannen-kortslutning-i-bilen-men-vet-ikke-hvorfor/a/23640710/>
- xl. <http://www.teslarati.com/tesla-short-circuit-cause-for-model-s-norway-fire/>
- xli. <http://jalopnik.com/tesla-model-s-batteries-violently-explode-in-fatal-cras-1788561054>
- xlii. <https://electrek.co/2016/07/12/bmw-i3-police-car-caught-on-fire-in-rome-video/>
- xliii. <https://arstechnica.com/cars/2016/08/tesla-model-s-france-battery-fire/>
- xliv. <https://electrek.co/2016/08/15/tesla-model-s-catches-fire-test-drive-france/>
- xlv. <https://electrek.co/2017/03/31/tesla-model-s-fire-manchester-crash/>
- xlvi. <http://www.nbcnews.com/business/autos/tesla-under-fire-after-explosive-crash-n722541>
- xlvii. <http://www.telegraph.co.uk/news/2017/07/10/electric-car-gutted-flames-set-fire-charging/>