NewsonGale
HOERBIGER Safety Solutions

**Leader nelle applicazioni di controllo dell'elettricità statica nelle aree pericolose**

Case Study



**Richiesta in linea >**

# Rischio di accensione elettrostatica durante le operazioni di pulizia dei serbatoi di stoccaggio

*Riferimento: "Safety Alert: Explosion in tank during HP activities, SIR, (2018)".*

*L'elettricità statica non controllata rappresenta un fattore di rischio importante nelle attività industriali. Mentre la generazione di una scarica elettrostatica è comunemente associata alla movimentazione di un prodotto in ambiente infiammabile o combustibile, il presente case study mostra come l'elettricità statica costituisca un'insidiosa fonte di accensione nelle operazioni di tutti i giorni, come la pulizia ordinaria dei serbatoi di stoccaggio.*

# Rischio di accensione elettrostatica durante le operazioni di pulizia dei serbatoi di stoccaggio

I serbatoi di stoccaggio nelle raffinerie petrolifere e negli impianti chimici contengono grandi volumi di liquidi infiammabili che accumulano cariche elettrostatiche. I serbatoi di stoccaggio sono solitamente fissi o mobili e sono costituiti da grandi contenitori metallici; le relative dimensioni, costruzione e progettazione variano: possono essere verticali o orizzontali, aperti o chiusi alla sommità, solo per citare alcune variabili. Una cosa è certa: il rischio di una scarica elettrostatica è una minaccia sempre presente e invisibile negli ambienti dell'industria petrolifera in cui vi siano aree pericolose.

La maggior parte delle attrezzature di processo di un impianto a rischio di accumulo di cariche elettrostatiche è di metallo. I metalli sono ottimi conduttori e, per via delle loro naturali proprietà conduttive - dal rame all'acciaio - la resistenza elettrica al trasferimento delle cariche dal corpo è bassa, a condizione che questo abbia un buon contatto con la terra. Questa caratteristica positiva può tuttavia diventare rapidamente uno svantaggio se il corpo metallico non viene messo a terra, poiché i conduttori metallici isolati sono la principale fonte di rischi di accensione da scintille statiche. In quanto costituiti per lo più di acciaio, oggetti metallici quali i serbatoi di stoccaggio scaricheranno la maggior parte dell'energia tramite un'unica scintilla incendiaria in grado di rilasciare abbastanza energia da far accendere i vapori infiammabili.

Solitamente le raffinerie petrolifere hanno un'area in cui viene stoccato il prodotto, detta anche 'parco serbatoi', la quale consente di garantire il funzionamento ininterrotto della raffineria. Anche se si trovano all'interno dello stabilimento e sono protetti dai muri anti-esplosione e antincendio, i serbatoi di stoccaggio indipendenti all'interno del perimetro sono spesso molto vicini fra di loro, a pochi metri di distanza l'uno dall'altro. La distanza fra di essi dovrebbe essere almeno pari al limite minimo consigliato; anche se dipende da vari fattori, tale distanza è determinata principalmente dalla capacità del serbatoio.

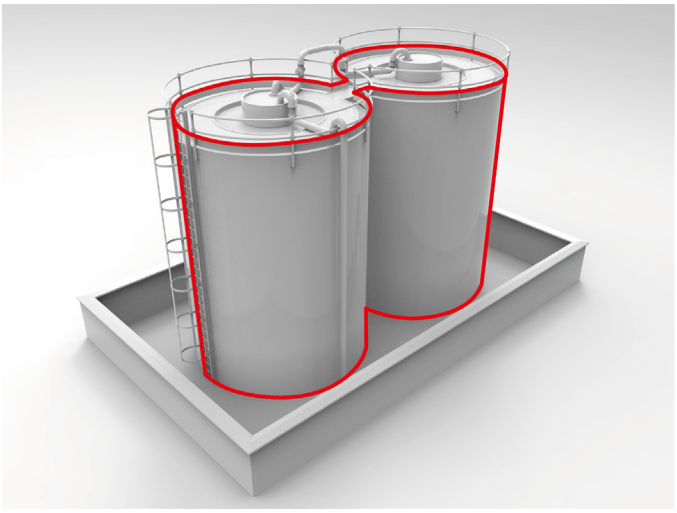


*Fig. 1 – Se i serbatoi di stoccaggio sono molto vicini l'uno all'altro, in caso di incidente un incendio può propagarsi rapidamente a un intero parco serbatoi.*

Come indicato dal Responsabile Salute e Sicurezza (RSS), è improbabile che tali distanze garantiscano una completa protezione in caso di incendio o di esplosione di un serbatoio, ma "dovrebbero garantire il tempo sufficiente per effettuare l'evacuazione delle persone, purché vi siano adeguate vie di fuga". Anche se nessun incidente può mai essere considerato innocuo, l'incendio di un singolo serbatoio di stoccaggio può rapidamente espandersi e innescare una reazione a catena in tutto l'impianto, in grado causare gravi perdite finanziarie, senza contare l'interruzione della produzione e la potenziale perdita di vite umane. Si consiglia quindi di adottare un duplice approccio; occorre innanzitutto comprendere quali siano le potenziali fonti di accensione all'interno delle aree pericolose e quindi implementare misure e procedure operative standard per mitigare il rischio di un incidente di questo tipo.

Il rischio di generazione di elettricità statica durante la pulizia dei serbatoi di stoccaggio petroliferi può essere mitigato attraverso l'adozione di determinate procedure di carattere precauzionale.

Si sono già verificate esplosioni di serbatoi per le quali non è stata individuata alcuna probabile causa, ma in cui l'elettricità statica è stata identificata come potenziale fonte di accensione. In alcuni casi, il mancato rispetto delle procedure di sicurezza è stato indicato come una delle cause, ma non è risultato possibile dimostrarlo. Il ripetersi di tali incidenti suggerisce che vi siano delle lacune operative in tema di sicurezza a livello più generale. Si sa da molto tempo che le scariche elettrostatiche costituiscono un fattore di rischio associato ai prodotti petroliferi e questo incidente sottolinea come le cariche statiche rappresentino una pericolosa fonte di accensione, oltre ad evidenziare il loro potenziale impatto su quella che può essere considerata un'attività di routine, come la pulizia dei serbatoi.

## Incidente verificatosi durante la pulizia di un serbatoio

Nel caso dell'incidente in questione, un dipendente del sito stava pulendo un serbatoio di stoccaggio parzialmente riempito di morchia (acqua utilizzata nel processo di produzione, residui di petrolio e sabbia), quando si è verificata un'accensione che ha causato un'esplosione. L'operatore addetto alla manichetta che si trovava proprio accanto all'apertura del serbatoio ha visto un lampo e si è immediatamente nascosto. Nonostante avesse cercato di ripararsi il più possibile e di evitare la combustione che si era innescata, ha riportato lievi ustioni al volto.

Alla luce dell'elevata velocità di generazione delle cariche e delle lacune in materia di sicurezza evidenziatesi nell'attività di pulizia, senza contare le lesioni riportate dall'addetto alla manichetta, è stata compiuta un'approfondita revisione dell'operazione. L'indagine ha analizzato la procedura operativa seguita durante le operazioni di pulizia industriale, compresa la mancanza di informazioni accurate sui prodotti infiammabili stoccati nel serbatoio, nonché l'integrità della messa a terra e del collegamento equipotenziale del serbatoio di stoccaggio. Sulla scia della successiva ispezione, sono state apprese numerose lezioni ed è stata raccomandata l'implementazione di diversi cambiamenti all'interno del sito.

## Conclusione

Vi sono diversi meccanismi fisici potenzialmente in grado di avviare la combustione di materiale nebulizzato. Il presente case study non vuole esaminare tutte le possibili fonti di accensione e le attività di base applicabili ad ogni serbatoio da pulire. L'API Recommended Practice 2016, "Guidelines and Procedures for Entering and Cleaning Petroleum Storage Tanks" si propone tuttavia di aiutare gli addetti e gli operatori ad effettuare le operazioni di pulizia dei serbatoi in condizioni di sicurezza, nel rispetto dei requisiti della norma stessa.



**Cause di incidenti su autocisterne**

| Anno | 1960-1969 | 1970-1979 | 1980-1989 | 1990-1999 | 2000-2003 | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fulmini | 4 | 10 | 19 | 37 | 10 | 80 |
| Manutenzione/Lavori a Caldo | 1 | 5 | 9 | 12 | 5 | 32 |
| Errori operazionali | 1 | 5 | 6 | 8 | 9 | 29 |
| Guasto dell'attrezzatura | 3 | 1 | 5 | 7 | 3 | 19 |
| Sabotaggio | 2 | 5 | 2 | 6 | 3 | 18 |
| Rottura | 0 | 3 | 3 | 3 | 8 | 17 |
| Perdite e rottura della linea | 0 | 3 | 2 | 5 | 5 | 15 |
| Elettricità statica | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 12 |
| Fiamma aperta | 1 | 0 | 4 | 2 | 1 | 8 |
| Disastri naturali | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 7 |
| Reazioni in fuga | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| **Totale** | **17** | **36** | **53** | **85** | **51** | **242** |

*Fig. 2 – Uno studio sugli incidenti che hanno coinvolto serbatoi di stoccaggio. Basato su 242 incidenti a serbatoi di stoccaggio in impianti industriali verificatisi negli ultimi 40 anni. Fonte: "Journal of Loss Prevention in the Process Industries", James I. Chang, Cheng-Chung Lin, (2005).*

Data la natura delle operazioni di pulizia dei serbatoi, l'elettricità statica generata si accumula a causa degli schizzi che vanno ad urtare la superficie del serbatoio. Occorre anche considerare la carica che si accumula quando si utilizza l'acqua per il lavaggio dei serbatoi; tale carica sarà molto più alta in caso di impiego di agenti chimici pulenti. Evitare l'accumulo di elettricità statica è fondamentale durante tutte le operazioni di lavaggio dei serbatoi, considerato che queste comportano la vigorosa agitazione di liquidi. Nel caso di questo incidente, l'impatto di un getto di acqua ad alta pressione utilizzato per la pulizia e la rimozione dei depositi dalla superficie ha inavvertitamente creato nell'ambito del contenitore una nebulizzazione fine caricata elettrostaticamente, la quale ha preso fuoco a causa di una scarica statica.

*Nebulizzazione: Il termine "nebulizzazione" è qui genericamente utilizzato per descrivere un insieme di particelle di liquido sospese in un mezzo gassoso. Solitamente si distingue dagli spruzzi poiché possiede una quantità di moto inferiore e si comporta maggiormente come una nube quiescente. Quando si parla di estinzione incendi, si considera generalmente che le nebulizzazioni d'acqua siano composte da goccioline più piccole rispetto agli spruzzi d'acqua. Fonte: "Generation of flammable mists from high flashpoint fluids: Literature review", Health and Safety Executive, (2013).*

Le nebulizzazioni che si formano durante il lavaggio con acqua (oppure, potenzialmente, quando si introduce del vapore) possono caricarsi elettrostaticamente.

Nel caso dell'incidente in questione ciò si è verificato e la carica nella nebulizzazione d'acqua prodotta dal lavaggio del serbatoio ha generato un campo elettrostatico nell'intero serbatoio. Quando si genera una scarica tra due conduttori immersi in una nebulizzazione di goccioline fini, la temperatura aumenta rapidamente all'interno di un piccolo volume quasi sferico di gas e goccioline, noto come "spark kernel".

All'interno di tale volume, le eventuali goccioline di carburante vaporizzano rapidamente e il vapore di carburante si mischia velocemente con l'aria circostante. Poiché la temperatura è elevata, le reazioni tendono ad essere estremamente rapide e il vapore di carburante viene quasi trasformato in prodotti di combustione, con rilascio di calore.

L'energia minima di accensione (MIE) necessaria per produrre una fiamma autopropagante in una nebulizzazione dipende da numerosi fattori, il più significativo dei quali è la dimensione delle gocce, ma hanno un ruolo importante anche la concentrazione del carburante, la volatilità, la velocità dell'aria e l'eventuale presenza di carburante allo stato di vapore. Gli spruzzi prodotti dal rilascio di liquido pressurizzato attraverso un ugello sono solitamente costituiti da goccioline più grandi. La pressione dell'eventuale vapore riduce la MIE di una nebulizzazione. Poiché la volatilità del carburante aumenta, la quantità di energia necessaria per vaporizzare le goccioline si riduce, per cui l'accensione richiede meno energia.



Il vapore è stato generato dalla manichetta che l'operatore teneva in mano per pulire la superficie del serbatoio, nel quale il petrolio ha avuto la funzione di carburante. Se un conduttore non messo a terra (quale una manichetta) viene immerso in una nebulizzazione avente una certa carica, esso acquisisce una tensione di carica che può risultare sufficientemente alta da permettere a una scintilla incendiaria di raggiungere una qualche parte della struttura del serbatoio. Se si sceglie una manichetta con una resistenza elettrica non corretta, possono generarsi scintille statiche in grado di interagire con la nebulizzazione. Una nebulizzazione dotata di carica è spesso presente per l'intera durata del processo di pulizia e possono essere necessarie diverse ore prima che si dissipi completamente. Le proprietà del materiale stesso sono fondamentali per comprendere sia la generazione della carica che la sua dissipazione. Tanto minore è la conduttività, tanto maggiore sarà il tempo di dissipazione.

L'indagine sull'incidente ha mostrato che il rischio associato alla morchia non era stato correttamente valutato e che questa era stata classificata dalle parti interessate come non pericolosa. Di conseguenza, la procedura per la pulizia del serbatoio non era stata pianificata come se si trattasse di un'attività ad alto rischio. È stato anche rilevato che il giorno dell'incidente faceva particolarmente caldo e ciò può aver fatto sì che la nebulizzazione (ovvero la trasformazione di un liquido in uno spruzzo/una "nebbia" fine) avesse luogo con una velocità maggiore di quello che sarebbe avvenuto in condizioni ambientali normali. Poiché non vi era alcun sistema di messa a terra, la carica ho potuto accumularsi liberamente; ciò significa che il serbatoio non solo era un componente isolato, ma conteneva anche grandi quantità di elettricità statica. La carica elettrostatica continuerà ad accumularsi, sino a generare una scintilla su un oggetto mantenuto ad un diverso potenziale, nel tentativo di bilanciare la carica.

Ciò significa che in occasione dell'incidente erano presenti tutti gli elementi necessari perché si verificasse un'accensione:

a. Carburante – 'morchia' (residuo di petrolio)

b. Condizioni atmosferiche (atmosfera infiammabile/ combustibile ad elevata temperatura)

c. Serbatoio di stoccaggio non messo a terra (isolato dalla massa)

d. Fonte di accensione (elettricità statica)

e. Conduttore non messo a terra (manichetta e operatore)

**In IEC TS 60079-32-1, 13.3.1.4**

**"Oggetti metallici mobili" si afferma quanto segue:**

Qualora si sospettino tali situazioni, l'oggetto va messo a terra utilizzando un metodo alternativo (per esempio, un cavo di messa a terra). Si consiglia una resistenza di collegamento di 10 ohm tra il cavo e l'oggetto da mettere a terra. La messa a terra e il collegamento equipotenziale devono essere continui durante il periodo di possibile accumulo di cariche e di conseguente generazione di rischi elettrostatici.

** Controllare e leggere sempre la versione più recente delle Norme Internazionali o delle Prassi Raccomandate.*

## Quali precauzioni avrebbero potuto prevenire questo incidente?

È sempre altamente consigliabile adottare un approccio proattivo, installando un'idonea soluzione per la messa a terra e il collegamento equipotenziale. È assolutamente possibile che questo incidente abbia messo in evidenza delle insidie insite nelle operazioni di pulizia dei serbatoi, come si può altrettanto facilmente ipotizzare che durante le precedenti operazioni non si siano verificate accensioni elettrostatiche visibili.

La velocità di generazione delle cariche è notoriamente difficile da prevedere e l'unico modo per controllarla è implementare misure di controllo dell'elettricità statica allo scopo di mitigare il potenziale rischio di un'accensione elettrostatica. La carica generata diventa un problema soltanto nelle aree pericolose, quando è lasciata libera di accumularsi su oggetti privi di potenziale di terra (massa).

L'azione più importante che un operatore può compiere per controllare l'elettricità statica è garantire che tutti gli oggetti conduttivi siano collegati a una massa verificata. Chiunque ignori i pericoli delle scariche elettrostatiche negli ambienti a rischio mette in pericolo sia le persone che l'impianto.

*Uno studio sulle denunce di incidenti presenti nella letteratura (Santon, 2009) ha rilevato che le conseguenze delle esplosioni generate da nebulizzazioni possono essere molto gravi. Lo studio ha identificato 37 incidenti, tra cui 20 esplosioni, 9 dei quali sono stati responsabili di un totale di 29 decessi. Fonte: "Generation of flammable mists from high flashpoint fluids: Literature review", Health and Safety Executive, (2013).*

La soluzione ottimale è dotare gli operatori di uno strumento per verificare visivamente il collegamento ad apparecchiature a rischio di accumulo di cariche elettrostatiche con una resistenza pari o inferiore a 10 ohm, come previsto dalla norma IEC TS 60079-32-1 "gli oggetti metallici correttamente collegati a massa dovrebbero avere una resistenza verso di essa inferiore a 10 ohm".

## Test delle calzature indossate dal personale dello stabilimento

Occorre valutare l'opportunità di controllare più attentamente le apparecchiature, nonché il percorso a terra dell'operatore. Una notevole quantità di cariche statiche può essere generata dal movimento di addetti che non utilizzino dispositivi di messa a terra. Oltre 30.000 volt posso essere trasportati da persone le quali non siano consapevoli di costituire una potenziale fonte di scintille elettrostatiche che potrebbero innescare atmosfere infiammabili. È possibile che l'addetto alla manichetta avesse già accumulato una carica sufficiente quando si è avvicinato al serbatoio, ma sarebbe necessario implementare misure certe, per garantire che le condizioni e la resistenza delle calzature permettano la dissipazione a terra dell'elettricità statica. Le calzature statico-dissipative sono progettate per ridurre i possibili rischi se la resistenza a terra degli addetti è troppo elevata. Si raccomanda caldamente di effettuare test regolari per assicurarsi che le proprietà statico-dissipative delle calzature non mutino durante l'intero periodo di utilizzo. La fornitura di calzature al personale dello stabilimento riduce il rischio solo se le medesime sono sottoposte a un'appropriata manutenzione e ciò non può essere verificato con una semplice ispezione visiva delle calzature stesse.

Garantire che il prodotto (ovvero le calzature) sia in grado di adempiere alla funzione per la quale è stato progettato - ovvero dissipare le cariche elettrostatiche - dovrebbe quindi essere un requisito fondamentale per le aziende i cui dipendenti operino in ambienti pericolosi infiammabili e combustibili.



Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche sugli addetti dello stabilimento non è affatto difficile, ma occorre che questi indossino calzature appropriate e nel contempo possano verificare le proprietà delle calzature prima di entrare nelle aree pericolose. Prima di iniziare le attività di pulizia del serbatoio sarebbe stato consigliabile effettuare un test della resistenza elettrica. L'utilizzo del tester Sole-Mate™ II di Newson Gale è un metodo efficiente ed economico per garantire che il personale operante in aree a rischio indossi calzature statico-dissipative in grado di limitare l'accumulo di cariche elettrostatiche sul corpo. Il sistema verifica le condizioni e misura la resistenza delle calzature per garantire che l'elettricità statica accumulatasi sugli addetti possa essere dissipata a terra attraverso le relative calzature.

## Messa a terra dei serbatoi di stoccaggio / Apparecchiature ausiliarie e interblocco con il processo

Il sistema di messa a terra Earth-Rite® PLUS™ di Newson Gale unisce una semplice indicazione di VIA LIBERA/STOP attraverso un modello di segnalazione semaforico (rosso/verde) dotato di una capacità di controllo tramite interblocco. L'interblocco con il processo è il metodo più efficace per controllare il rischio di ignizione causata da elettricità statica durante le lavorazioni. Oggetti conduttivi quali serbatoi di stoccaggio, skid, IBC e le carrozze ferroviarie sono in grado di accumulare pericolosi livelli di carica elettrostatica che potrebbero causare il rilascio di scintille elettrostatiche aventi energie molto superiori per una vasta gamma di gas, liquidi o vapori combustibili. Il rischio di ignizione di atmosfere combustibili da parte dell'elettricità statica può essere mitigato garantendo che tali oggetti siano messi a terra; il sistema Earth-Rite PLUS monitora continuamente il collegamento a terra, assicurando che l'elettricità statica venga dissipata in modo sicuro per l'intera durata dell'operazione. Se il collegamento a terra s'interrompe durante l'attività, verrà visualizzato il LED rosso di collegamento a terra NO GO e i contatti di interblocco si apriranno. Il sistema Earth-Rite PLUS vanta tutte le certificazioni ATEX e IECEx per ogni tipo di gruppo di gas e liquidi. Garantisce inoltre la presenza di una connessione avente una resistenza pari o minore a 10 ohm fra serbatoio e sistema di trasferimento prodotto.




## Lezioni apprese**

- In sede di valutazione congiunta dei rischi è sempre necessario garantire che il cliente fornisca le corrette informazioni sul prodotto e che la tecnica di pulizia che la società addetta è tenuta ad utilizzare sia ad esso appropriata.
- La pulizia industriale della morchia può creare un'atmosfera esplosiva, poiché gli idrocarburi ivi contenuti possono formare una nebulizzazione quando vengono agitati.
- Nelle attività di pulizia industriale, tutte le potenziali fonti di accensione (quali elettricità statica, cortocircuiti nella strumentazione, utilizzo di apparecchiature non conformi alle norme EX e infiammabilità/esplosività del mezzo) vanno il più possibile eliminate/controllate.
- Poiché non sempre risulta possibile garantire il controllo di tutte le potenziali fonti di accensione, è necessario evitare che all'interno del serbatoio possano accumularsi atmosfere esplosive e occorre effettuare continue misurazioni.
- La procedura di messa in sicurezza deve mirare a creare un ambiente di lavoro che non solo sia sicuro all'inizio, ma che tale rimanga per l'intera durata dell'attività.

## Riepilogo

I rischi di accensione possono insorgere per numerose cause diverse e la presenza di elettricità statica durante le operazioni di pulizia dei serbatoi ne è solo un esempio. È importante valutare le ragioni che possono portare all'insorgere dei rischi e le precauzioni necessarie per garantire un ambiente di lavoro sicuro. Nonostante i pericoli siano sempre presenti, mitigando la carica e la potenzialità di scariche elettrostatiche non controllate è possibile impedire che si verifichi un'accensione.

Si dovrebbe quindi mirare soprattutto ad implementare una soluzione di messa a terra in grado di fornire il massimo livello di protezione, tale da poter essere integrata nel processo esistente. Più livelli di protezione vengono utilizzati per tutelare il sito da una fonte di innesco, maggiore sarà la probabilità che l'energia elettrostatica sia controllata in modo sicuro, ripetibile e affidabile, giorno dopo giorno.

*** Come indicato nel rapporto SIR sull'incidente, marzo 2018.*

*Per eventuali domande sul case study in questione contattare Newson Gale. Qualora si desiderino ulteriori informazioni su Earth-Rite® PLUS ™, seguire questo link per accedere alla pagina web del prodotto.*

*Si prega di notare che questo case study fa riferimento a una fonte terza e non è in alcun modo collegato alle attività dei clienti di Newson Gale.*

**Avviso di copyright**
Il sito e il suo contenuto sono copyright di Newson Gale Ltd © 2020. Tutti i diritti riservati.

È vietata qualsiasi ridistribuzione o riproduzione parziale o totale dei contenuti in qualsiasi forma, ad eccezione di quanto segue:

- l'utente può stampare o scaricare su un disco rigido locale estratti esclusivamente per uso personale e non commerciale
- l'utente può copiare il contenuto e inviarlo a singole terze parti per uso personale, ma solo se riconosce il sito web come fonte del materiale

L'utente non può, salvo espressa autorizzazione scritta, distribuire o sfruttare commercialmente il contenuto. L'utente non può trasmetterlo o memorizzarlo in qualsiasi altro sito Web o altra forma di sistema elettronico di archiviazione.

**Diritto di modifica**
Questo documento fornisce solo informazioni generali e può essere soggetto a modifiche in qualsiasi momento senza preavviso. Tutte le informazioni, le dichiarazioni, i link o altri messaggi possono essere modificati da Newson Gale in qualsiasi momento senza preavviso o spiegazione.

Newson Gale non è obbligata a rimuovere eventuali informazioni obsolete dal suo contenuto o a contrassegnarle espressamente come obsolete. L'utente è pregato di consultare dei professionisti, se necessario, per quanto riguarda la valutazione di qualsiasi contenuto.

**Esclusione di responsabilità**
Le informazioni fornite in questo Case Study sono fornite da Newson Gale senza alcuna dichiarazione o garanzia, espressa o implicita, riguardo alla loro accuratezza o completezza. È esclusa la responsabilità di Newson Gale per qualsiasi spesa, perdita o azione sostenuta dal destinatario a seguito dell'utilizzo di questo Case Study.



United Kingdom
**Newson Gale Ltd**
Omega House
Private Road 8
Colwick, Nottingham
NG4 2JX, UK
+44 (0)115 940 7500
groundit@newson-gale.co.uk

United States
**IEP Technologies LLC**
417-1 South Street
Marlborough, MA 01752
USA

+1 732 961 7610
groundit@newson-gale.com

Deutschland
**IEP Technologies GmbH**
Kaiserswerther Str. 85C
40878 Ratingen
Germany

+49 (0)2102 58890
erdung@newson-gale.de