



IL DECOMMISSIONING DEI SITI CIVILI E INDUSTRIALI

I POTENZIALI ENERGETICI RESIDUI

INGEGNERIA CIVILE - AMBIENTALE
A.A. 2017 - 2018



eRwOrx.

Con questo termine si intende qualsiasi forma di energia che potrebbe essere ancora presente all'interno di un sito e capace di creare un danno alle persone, alle cose e all'ambiente.



Le fonti di energia potenzialmente presenti devono essere identificate, analizzate, eliminate o isolate prima che qualsiasi altra attività operativa abbia inizio.

Per compiere questa operazione è necessario a volte entrare a diretto contatto con macchine, impianti o particolari ambienti che ancora si trovano in uno stato potenzialmente energizzato e, in questi casi, occorre impiegare esclusivamente personale altamente specializzato ed addestrato allo scopo, prevedendo opportune misure protettive compensative.



In riferimento a una macchina, a un'attrezzatura, a un impianto, a una struttura, a una sostanza e, in generale, a un qualsiasi "agente" chimico o fisico presente in un sito, possiamo definire "stato energetico residuo" una qualsiasi condizione in cui si manifesta una delle seguenti forme di energia:

- energia elettrica;
- energia elettrostatica;
- energia magnetica;
- energia termica;
- energia pneumatica o idraulica;
- energia gravitazionale (spesso anche definita potenziale);
- energia elastica;
- energia cinetica;
- energia chimica;
- energia nucleare.



Tutte le forme di energia potrebbero, in teoria, essere semplicemente ricomprese in tre grandi categorie: meccanica (cinetica e potenziale), chimica ed elettromagnetica ma si preferisce utilizzare una elencazione maggiormente dettagliata con il vantaggio di potere esplicitare alcune forme di energia che altrimenti potrebbero passare inosservate.



Energia elettrica

Può essere prodotta, trasformata, trasmessa o trovarsi accumulata (ad esempio in batterie o in condensatori) quando c'è presenza all'interno del sito di determinati impianti e apparecchiature.

Non di rado sono presenti linee che pur non alimentando alcun impianto o apparecchiatura all'interno del sito, lo attraversano in cavidotti sotterranei oppure tramite linee aeree o fuori terra.



Si tratta, nella sostanza, di verificare attentamente la presenza di macchine, quadri e linee elettriche in tensione; occorre altresì verificare l'esistenza di linee elettriche esterne al sito che, per difetti di isolamento, per effetti dovuti a campi elettromagnetici o a "tensioni di passo" potrebbero indurre accidentalmente uno stato di energizzazione all'interno del perimetro delle attività.



Energia elettrostatica

E' una forma di energia originata prevalentemente dall'accumulo accidentale di cariche elettriche; in un sito dismesso in cui, almeno teoricamente, non dovrebbero essere presenti fluidi (aeriformi o liquidi) e rinfuse in movimento all'interno di condotte e canalizzazioni e non vi dovrebbero essere macchine e impianti attivi, possono comunque verificarsi casi di accumulo dovuti all'azione del vento su strutture conduttrici non equipotenzializzate; anche i condensatori possono a tutti gli effetti costituire un esempio di energia elettrostatica avendo la caratteristica di accumulare e scaricare rapidamente l'energia immagazzinata.



La bonifica dell'ambiente comporta azioni di drenaggio delle cariche attraverso la realizzazione di collegamenti equipotenziali delle strutture conduttrici e collegamenti verso terra secondo le raccomandazioni delle norme tecniche applicabili (IEC/CEI o equivalenti). Il rischio per le persone è quello di essere soggetti ad una scarica che sebbene in generale meno dannosa della scarica elettrica potrebbe comunque risultare potenzialmente mortale. A differenza di altre forme energetiche, l'energia elettrostatica una volta eliminata potrebbe riaccumularsi in breve tempo per cui le misure preventive e protettive di tipo impiantistico devono essere mantenute permanentemente.



Energia magnetica

Come il termine lascia facilmente intuire, si tratta di una forma di energia derivante dalla presenza di un campo magnetico; nella individuazione delle possibili fonti si parte dalla ricerca di magneti permanenti o elettromagneti (ma in questo caso occorre che vi sia una energizzazione anche di tipo elettrico) capaci di attrarre o respingere materiali metallici.



Il rischio diretto per le persone è costituito da interazioni con dispositivi biomedici personali quali protesi auricolari, ossee o pacemaker; indirettamente un campo elettromagnetico può provocare movimenti repentini in attrezzature di lavoro o in masse metalliche con la potenzialità di provocare ferimenti o schiacciamenti a carico delle persone che si dovessero trovare a breve distanza dalle masse messe in movimento; la presenza di magneti potrebbe causare errori e malfunzionamenti delle apparecchiature utilizzate per misurazioni e rilievi in campo.



La bonifica per quanto riguarda gli elettromagneti consiste nella eliminazione della corrente di alimentazione, mentre per quanto riguarda i magneti permanenti occorre procedere alla rimozione dal sito.

Classici esempi di magneti permanenti sono quelli utilizzati per il sollevamento delle lamiere in acciaio al carbonio; magneti permanenti possono trovarsi all'interno dei motori elettrici e numerose altre apparecchiature.



Energia termica

Questa forma di energia originata dal movimento atomico (si tratta quindi di una forma di energia di tipo cinetico che è l'energia posseduta da qualsiasi corpo in movimento) può avere le più disparate origini (chimica, meccanica, elettrica) anche se la presenza in un sito dismesso da tempo è alquanto improbabile.



Potrebbe residualmente essere presente nel caso di attraversamento di un sito da parte di linee attive (vapore, acqua surriscaldata, olii diatermici, ecc.); come per altre forme di energia, il rischio di imbattersi in fluidi o superfici calde è molto più elevato nei casi in cui si effettuino attività di decommissioning parziale o temporaneo quando al contorno siano presenti impianti in marcia.



In linea di principio si tratta sempre di individuare la eventuale presenza di impianti, materiali o fluidi che per conduzione, convezione o irraggiamento siano in grado di trasmettere calore all'ambiente in cui si deve operare. La bonifica prevede il sezionamento o la rimozione delle linee di trasporto del fluido o eventualmente l'isolamento fisico delle superfici calde.



Energia pneumatica/idraulica

Può essere originata dalla presenza di fluidi di varia natura (tra i più diffusi, aria compressa, vapore, gas tecnici e liquidi di vario genere) presenti all'interno di condotte o serbatoi in pressione.

L'energia idraulica può anche trarre origine dalla presenza di un battente idrostatico.

Spesso l'energia pneumatica e idraulica vengono ricomprese nella categoria generica dell'energia potenziale.



Questa forma di energia può permanere indisturbata per periodi indefiniti e quindi è potenzialmente rilevabile anche in siti abbandonati da decenni, dipendendo, esclusivamente dalla tenuta e resistenza meccanica di serbatoi, tubazioni, guarnizioni, valvole e accessori di linea.



Di pari importanza è la verifica della presenza di eventuali pressioni negative (depressioni) al fine di evitare fenomeni di implosione.

Un'ultima attenzione va diretta alla verifica dei battenti idraulici nei serbatoi atmosferici o negli invasi al fine di prevenire fenomeni di travaso e allagamento con potenziale conseguenza di un innalzamento delle pressioni idrostatiche in zone non dimensionate per sopportarle e di sommersione con derivante rischio di annegamento.



Energia gravitazionale

Si tratta di una forma di energia di tipo potenziale (è cioè quella energia che qualsiasi corpo possiede in relazione alla propria posizione e al proprio stato e che può essere “spesa” in qualsiasi istante) derivante in questo caso dal fatto che un qualsiasi corpo si trova immerso nel campo gravitazionale terrestre; tanto maggiore è l'altezza di un corpo rispetto alla superficie terrestre, tanto maggiore è la sua energia gravitazionale potenziale.



Di conseguenza un qualsiasi oggetto dotato di una certa massa che si trovi ad una certa altezza in una condizione di equilibrio instabile è potenzialmente soggetto a caduta libera o a un movimento vincolato; il movimento impresso alla massa dal campo gravitazionale può provocare danni materiali e il ferimento o schiacciamento di persone che si dovessero trovare lungo la sua traiettoria.



Nella pratica bisogna verificare minuziosamente tutte le parti delle strutture e degli impianti che a causa di ammaloramenti o precedenti episodi accidentali non siano adeguatamente vincolate; bisogna anche verificare le condizioni di stabilità di portelli, diaframmi, saracinesche e di qualsiasi altro manufatto vincolato ma soggetto a potenziale movimento; sono inoltre tipicamente soggetti a potenziale movimento dovuto al campo gravitazionale anche i terreni che per loro configurazione siano instabili; il distacco o la traslazione di un fronte franoso può comportare l'investimento e seppellimento di beni materiali e persone.



Energia elastica

Si tratta di una particolare forma di energia meccanica potenziale dovuta alla proprietà di alcuni materiali di deformarsi sotto l'azione di un determinato carico e di ritornare poi nelle condizioni di partenza una volta rimosso il carico. Sebbene si tratti di una forma di energia assai più rara delle precedenti non è del tutto remota la possibilità di individuarne la presenza all'interno di un sito abbandonato.



Si tratta in questi casi di ispezionare gli ambienti principalmente alla ricerca di oggetti collegati a molle estese o compresse che accidentalmente possano rilasciare energia elastica in caso di rottura, sganciamento o urto accidentale.



Altri casi di energia elastica latente si possono avere in presenza di parti in gomma (o in materiale plastico) compresse o estese, di lamine metalliche o travature lignee inflesse, di cavi di acciaio e tessili in tensione. Il rischio per le persone è costituito da ferite e contusioni provocate per via diretta o da effetti indiretti dovuti al movimento di altre parti di impianto o proiezione di materiali.



Energia cinetica

Al pari della energia idraulica, pneumatica, gravitazionale ed elastica, si tratta di una forma di energia di tipo meccanico; l'energia, in questo caso, è dovuta alla velocità posseduta da un corpo e dipende direttamente dalla sua massa.

In un sito abbandonato si tratta di una evenienza decisamente rara, mentre è relativamente più frequente imbattersi in questa forma di energia quando si tratta di effettuare decommissioning parziali in presenza di impianti in marcia.



Occorre, nella fattispecie, verificare la presenza di volani, pendoli o di altre parti in movimento rotatorio e oscillatorio che posseggano un'energia che debba essere ancora dissipata. Il rischio per le persone è quello di venire colpiti o feriti da parti in movimento.



Energia chimica

in senso lato, questa forma di energia, è riconducibile alla rottura o alla formazione di legami chimici e quindi alla presenza di sostanze in grado di reagire tra loro o con altre sostanze (inclusa l'aria) presenti in ambiente o introdotte (soprattutto all'interno di ambienti ristretti e precedentemente non ventilati) a seguito di qualche azione di disturbo (apertura di una valvola, di un passo d'uomo o azioni simili).

Qualsiasi sostanza possiede una energia chimica latente sebbene poi non sempre questa si manifesti in maniera tangibile.



L'energia chimica è una forma energetica primaria rispetto ad altre che abbiamo qui elencato: l'energia elettrica generata da un accumulatore, l'energia termica (calore) e quella elettromagnetica (luce) che si generano durante una combustione sono tutte forme energetiche la cui forma precorritrice è quella chimica.



Azzerare il potenziale energetico di origine chimica potrebbe rivelarsi una faccenda molto complessa: una volta analizzato il ciclo produttivo e individuate tutte le sostanze teoricamente presenti serve ricercare attraverso campionamenti atmosferici e prelievo di campioni liquidi e solidi da inviare in laboratorio per le opportune determinazioni analitiche, le possibili sostanze chimiche reattive, sia riducenti che ossidanti, soprattutto se esotermiche cioè infiammabili, esplosive o piroforiche, nonché qualsiasi sostanza, miscuglio, composto in grado di isomerizzare, polimerizzare o reagire in qualsiasi altro modo.



Come nel caso dell'energia elettrostatica, anche nel caso dell'energia chimica l'ottenimento di uno stato di "energia zero" non è automaticamente sinonimo di stabilità nel tempo di questa condizione; non sono infatti inusuali casi di migrazione o desorbimento di gas o vapori esplosivi (tipici i casi del GPL e dell'acetilene) da superfici metalliche di tubazioni e serbatoi in grado di ricondurre ad una condizione di esplosività se non viene adottata la precauzione di una ventilazione continua.



Energia nucleare

La presenza di questo tipo di energia appartenente alla grande famiglia dell'energia elettromagnetica costituisce un caso poco frequente, ma non trascurabile.

E' possibile imbattersi in agenti ionizzanti anche in siti non classificati a rischio da questo punto di vista quali invece sono tipicamente le centrali per la produzione di energia da fissione, alcuni laboratori di ricerca o i centri di terapia e diagnostica sanitaria che fanno uso di apparecchiature radiogene o utilizzano isotopi radioattivi.



In ambiente industriale la eventuale presenza di sorgenti ionizzanti può derivare da materiali contaminati (materiali metallici di scarto destinati a ferreria) oppure dalla presenza di sorgenti sigillate utilizzate in dispositivi di misura e controllo (flussimetri, misuratori di livello, ecc.), come traccianti o per altri scopi. Alcuni metalli sono debolmente radioattivi naturalmente (ad esempio il torio impiegato come elettrodo in saldatura). La presenza di sostanze radioattive (NORM) è tipica degli impianti che hanno prodotto o trasformato idrocarburi liquidi dove si trovano frequentemente nelle morchie.



E' assai improbabile che in un sito dismesso possano esservi apparecchiature radiogene attive (o che possano attivarsi accidentalmente) così come è improbabile imbattersi in altre forme di radiazioni di tipo non ionizzante (laser, micro-onde, onde radio, infrarossi, luce UV, ecc).

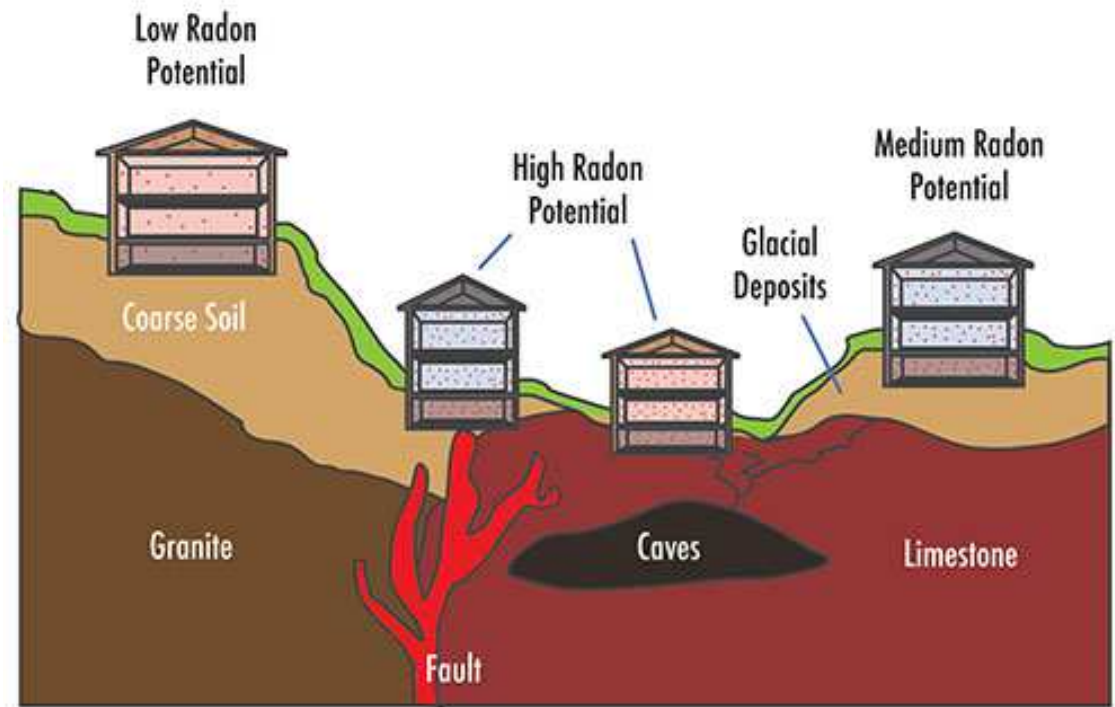
La bonifica di un sito da materiali radioattivi va sempre affidata a personale qualificato e autorizzato allo svolgimento di questo genere di attività.



www.shutterstock.com · 358756334



Da non trascurare, soprattutto negli ambienti posti al di sotto del piano di campagna e non ventilati, la potenziale presenza di gas radon tipicamente presente in alcuni materiali da costruzione (tufo, ecc.) e nel terreno.



Si tratta di un gas molto leggero che tende a risalire e stratificare verso l'alto facilmente eliminabile con la semplice ventilazione dell'ambiente. I rischi per le persone legati all'esposizione a basse dosi sono trascurabili, ma trattandosi di rischi stocastici e non deterministici l'esposizione deve essere totalmente evitata.



TECNICHE DI DISENERGIZZAZIONE

La casistica relativa agli incidenti avvenuti in ambiente industriale mostra che una causa frequente è costituita dalla accidentale presenza di potenziali energetici non dissipati o non adeguatamente isolati. In questi casi è il fattore umano a costituire la principale criticità rispetto a cause determinate dalla inadeguatezza o malfunzionamento delle misure tecniche adottate.



Ovunque sia possibile la scelta più indicata è sempre quella dell'eliminazione degli agenti di rischio e l'isolamento fisico; metodi di controllo di tipo organizzativo devono sempre essere considerati una scelta opportuna esclusivamente per il tempo strettamente necessario ad implementare altre strategie.



La bonifica delle varie forme di energia potenziale residua va affrontata con tecniche e metodologie di volta in volta diverse; in alcuni casi l'energia anziché eliminarla può essere messa sotto controllo tramite segregazione, sebbene non sia questa l'opzione preferibile perché contravviene al principio generale di azzerare il potenziale.



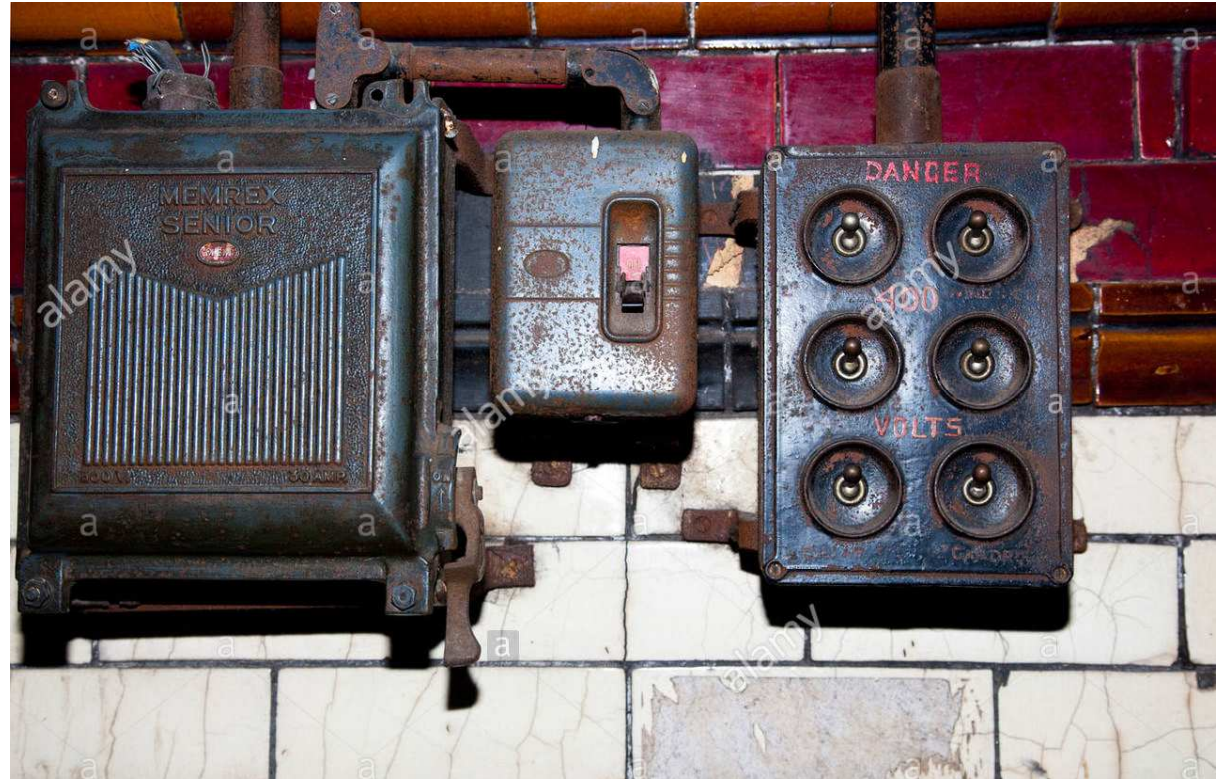
Va sottolineato che in un sito dismesso l'impiego dei sistemi di isolamento presenti negli impianti non sempre può rivelarsi idoneo a causa della inefficacia dei dispositivi presenti (valvole, sezionatori, ecc.) motivo per il quale è bene mettere in conto la necessità di impiegare dispositivi esterni.



In particolare alcuni tipi di valvole sono più propensi a perdere la loro efficacia nel tempo quando non regolarmente utilizzate e correttamente mantenute: ad esempio le valvole a sfera perdono più difficilmente la loro efficienza rispetto alle più delicate valvole a spillo, a saracinesca, a globo o a farfalla.



Stesso discorso vale per i sezionatori elettrici che potrebbero perdere parte della loro funzionalità a causa dell'umidità o di guasti meccanici e lo stesso dicasi per altri dispositivi pneumatici e meccanici.



In alcuni casi può essere necessario operare sezionamenti con l'impiego di dispositivi esterni (plug-in, pig, valvole pneumatiche, tie-ins, fusibili, sezionatori, ecc.) inseriti ad hoc in punti strategici dei vari impianti.



I passi da compiere sono in sintesi i seguenti:

- valutazione dei requisiti di isolamento in base allo studio dell'impianto e del processo;
- predisposizione di un piano di disenergizzazione - anche facendo riferimento a standard tecnici o linee guida specifiche o di settore – definendo i limiti di batteria e predisponendo, se utile, un piano di marcatura (tagging) dei punti di isolamento;
- verifica del piano di disenergizzazione da parte di una figura terza rispetto a chi lo ha redatto;
- implementazione delle misure tecniche ed organizzative previste nel piano;
- effettuazione dei test fisici a verifica della effettiva efficacia del sistema di disenergizzazione adottato;
- approvazione del piano di disenergizzazione e autorizzazione all'avvio delle attività di decommissioning previste.



Nei casi di decommissioning temporaneo occorre anche prevedere la completa reversibilità di tutte le azioni intraprese, requisito di norma non necessario nel caso di decommissioning di carattere definitivo.

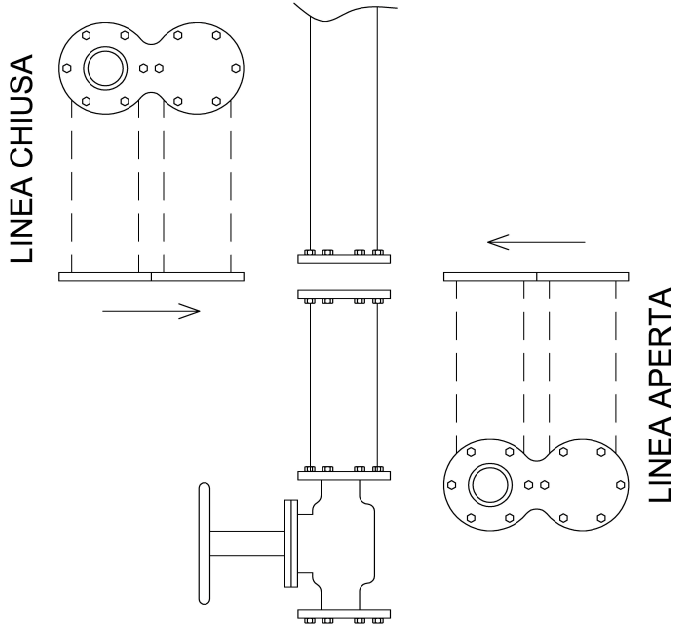
In relazione al livello energetico individuato (in termini di pressione, temperatura, tensione, ecc.) è anche possibile dover prevedere più di una barriera fisica o misura organizzativa in modo da poter garantire un livello di sicurezza aumentato.



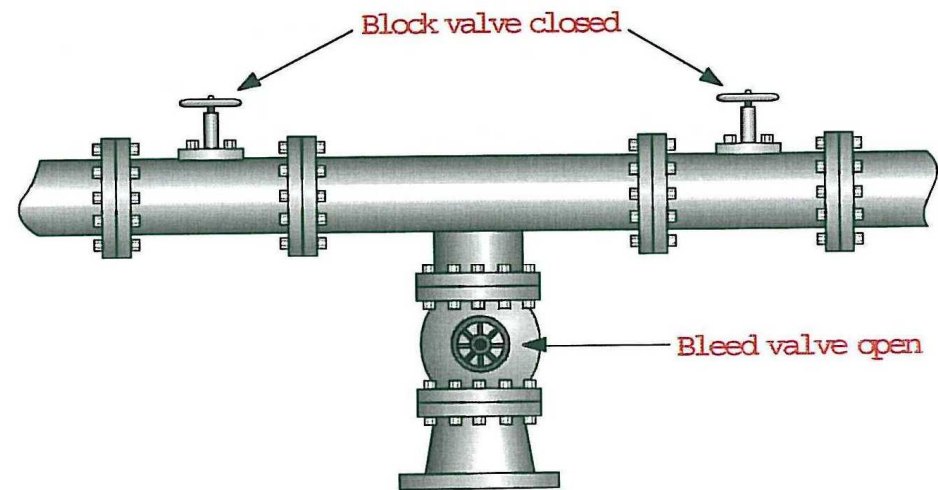
ALCUNI ESEMPI DI ISOLAMENTO ENERGETICO

L'ISOLAMENTO di una linea contenente un qualsiasi fluido può essere effettuato chiudendo le apposite VALVOLE DI INTERCETTAZIONE, SCARICANDO IL FLUIDO PRESENTE A VALLE DELLE VALVOLE E RIMUOVENDO UN TRATTO DI LINEA O APPONENDO SU QUESTA UNA FLANGIA CIECA.





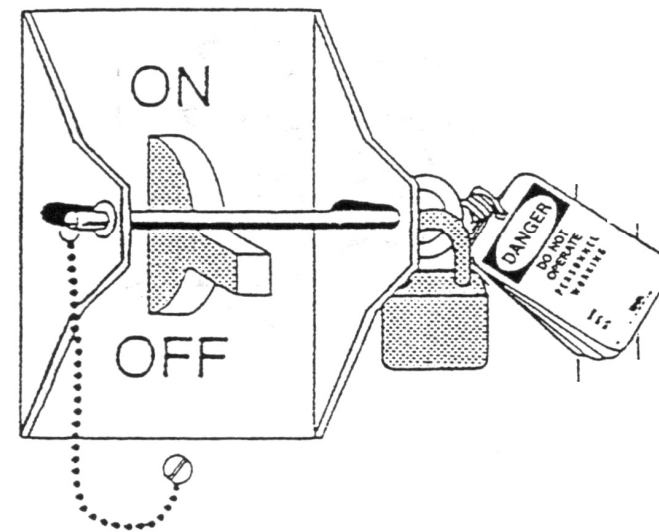
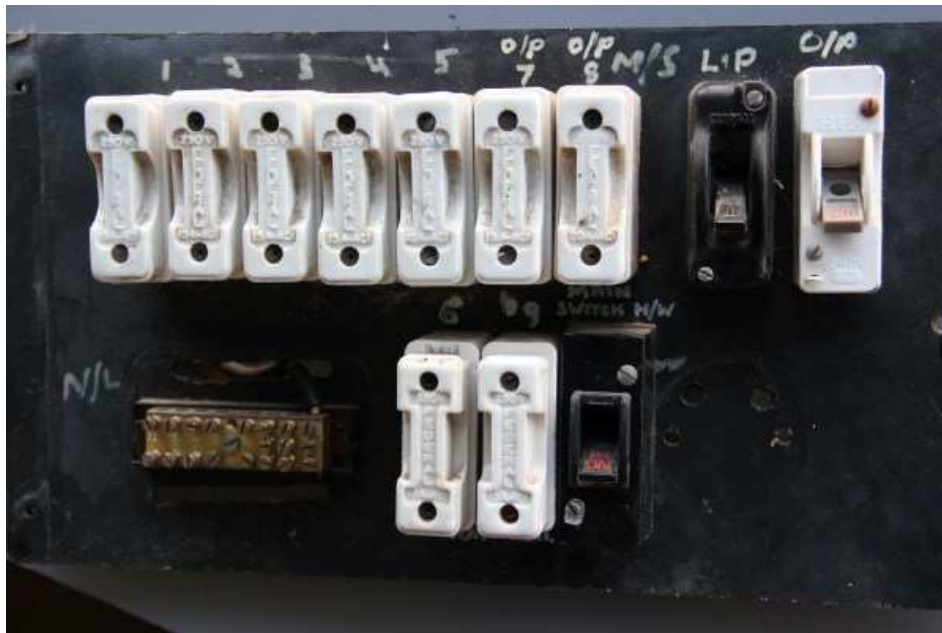
Un'alternativa (che garantisce una sicurezza equivalente) alla applicazione di flange cieche o alla rimozione di un tratto di linea è dato dal cosiddetto 'double-block and bleed'.



Double block and bleed



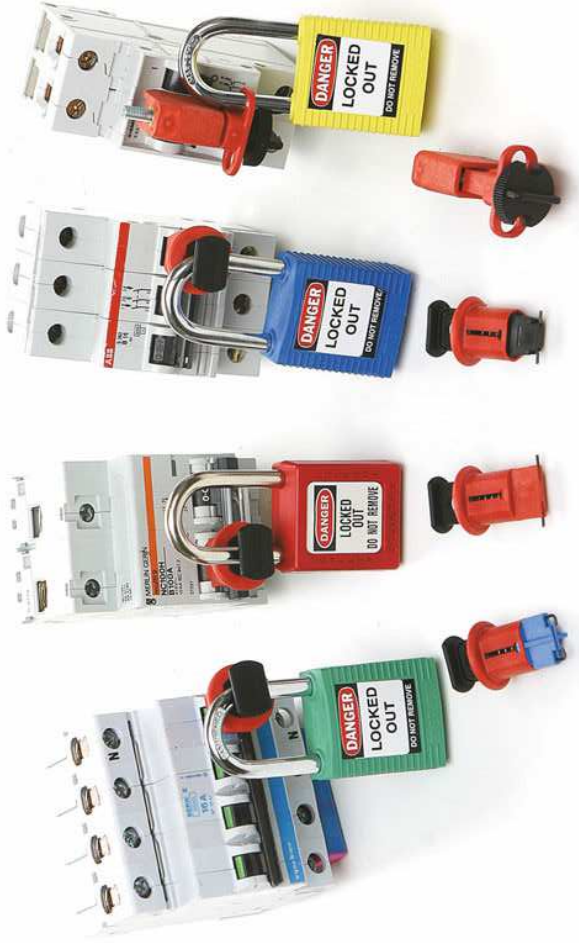
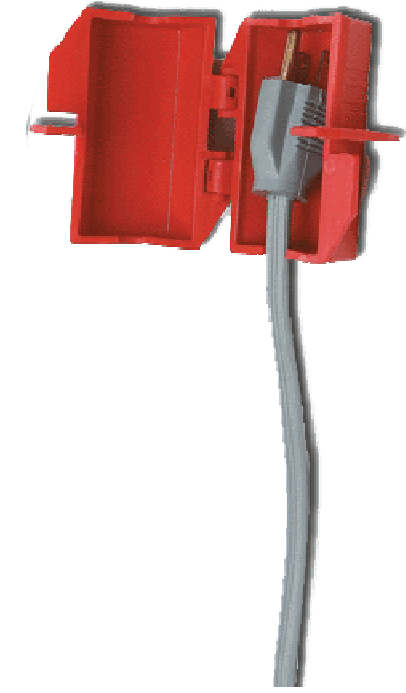
L'ISOLAMENTO di una linea elettrica può essere effettuato bloccando meccanicamente, APRENDO un INTERRUTTORE/SEZIONATORE (su tutte le fasi), DISCONNETTENDO I CAVI A VALLE DEL SEZIONATORE O RIMUOVENDO EVENTUALI FUSIBILI.

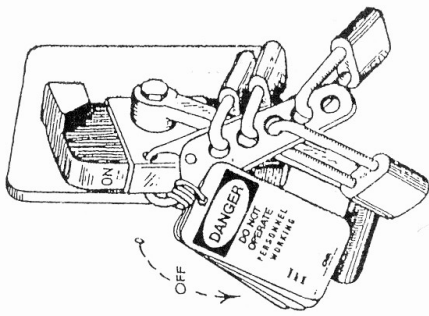
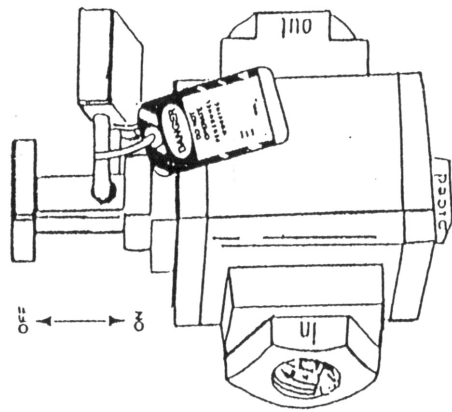
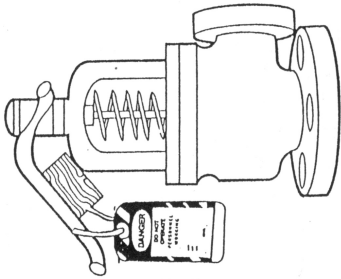
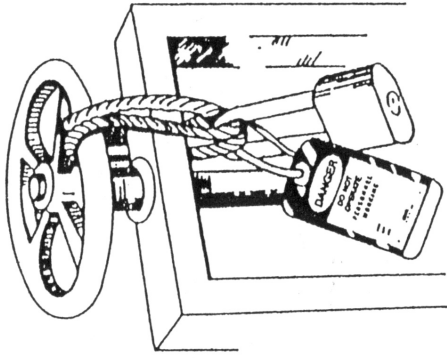


I dispositivi meccanici a garanzia dell'isolamento devono:

- essere dotati di un efficace sistema che impedisca la manovra del componente bloccato (ovvero il suo riarmo, apertura, caduta, ecc.) e quindi prevenire l'energizzazione accidentale di macchine o impianti;
- essere resistenti, ma facilmente rimovibili;
- poter essere contrassegnati con il nominativo del lavoratore o dei lavoratori che li ha/hanno applicati;
- consentire la rimozione degli stessi solo da parte di chi fisicamente li ha posizionati.







Una volta effettuato il sezionamento di una linea, la garanzia della permanenza nel tempo di tale condizione di sicurezza diviene di fondamentale importanza.

Allo scopo deve venire applicata una procedura standardizzata di bloccaggio del punto (o dei punti) di sezionamento (LOCKOUT) e di apposizione di segnaletica monitoria (TAGOUT).

**29CFR1910.147
Control of Hazardous Energy
(Lockout/Tagout)**

Equipment Identification

Company Logo

Lockout Notification

Graphic Representation

Placard Location

Energy Sources

Procedures & Verifications

Specific Procedures

ENERGY TYPE AND SOURCE	LOCKOUT LOCATION	LOCKOUT PROCEDURE AND/OR ENERGY RELEASE	PROCEDURE VERIFICATIONS
ELECTRICAL 148 VOLTS	DISCONNECT	1. DISCONNECT THE EQUIPMENT FROM THE SOURCE OF ELECTRICAL ENERGY. 2. LOCK THE DISCONNECT WITH THE LOCKS OF THE PERSONS PERFORMING THE LOCKOUT. 3. VERIFY THE DISCONNECT IS IN THE OFF POSITION BY VISUAL INSPECTION AND BY TESTING THE EQUIPMENT WITH A TEST DEVICE.	1. VISUAL INSPECTION OF THE DISCONNECT TO VERIFY IT IS IN THE OFF POSITION. 2. TESTING THE EQUIPMENT WITH A TEST DEVICE TO VERIFY IT IS DEENERGIZED.
NATURAL GAS LEAK	SHUT VALVE	1. SHUT OFF THE GAS SUPPLY TO THE EQUIPMENT. 2. LOCK THE SHUT VALVE WITH THE LOCKS OF THE PERSONS PERFORMING THE LOCKOUT.	1. VISUAL INSPECTION OF THE SHUT VALVE TO VERIFY IT IS IN THE SHUT POSITION. 2. TESTING THE EQUIPMENT TO VERIFY IT IS DEENERGIZED.
HYDRAULIC ROTATION	SHUT VALVE	1. SHUT OFF THE HYDRAULIC SUPPLY TO THE EQUIPMENT. 2. LOCK THE SHUT VALVE WITH THE LOCKS OF THE PERSONS PERFORMING THE LOCKOUT.	1. VISUAL INSPECTION OF THE SHUT VALVE TO VERIFY IT IS IN THE SHUT POSITION. 2. TESTING THE EQUIPMENT TO VERIFY IT IS DEENERGIZED.
DISPERSE ROTATION	SHUT VALVE	1. SHUT OFF THE HYDRAULIC SUPPLY TO THE EQUIPMENT. 2. LOCK THE SHUT VALVE WITH THE LOCKS OF THE PERSONS PERFORMING THE LOCKOUT.	1. VISUAL INSPECTION OF THE SHUT VALVE TO VERIFY IT IS IN THE SHUT POSITION. 2. TESTING THE EQUIPMENT TO VERIFY IT IS DEENERGIZED.
DISPERSE ROTATION	SHUT VALVE	1. SHUT OFF THE HYDRAULIC SUPPLY TO THE EQUIPMENT. 2. LOCK THE SHUT VALVE WITH THE LOCKS OF THE PERSONS PERFORMING THE LOCKOUT.	1. VISUAL INSPECTION OF THE SHUT VALVE TO VERIFY IT IS IN THE SHUT POSITION. 2. TESTING THE EQUIPMENT TO VERIFY IT IS DEENERGIZED.
FRIGON	TO SERVICE UNIT CONTACT FACILITIES ENGINEERING FOR THE RELEASE AND CAPTURE OF FRIGON.		
FRIGON	TO SERVICE UNIT CONTACT FACILITIES ENGINEERING FOR THE RELEASE AND CAPTURE OF FRIGON.		

**29CFR1910.147
Control of Hazardous Energy
(Lockout/Tagout)**

Equipment Name

Logo

Lockout Notification

Column Location

Graphic Representation

Placard Location

Energy Sources

Specific Procedures

Facility Name and/or Logo

Bar Code Tracking System

Equipment Identification





In taluni casi è possibile che il sezionamento debba essere fisicamente eseguito da personale specializzato e/o appositamente addestrato e autorizzato (impianto ad alta tensione, ecc.). In questi casi i lavoratori (o il preposto) destinati ad effettuare o sovrintendere agli interventi post-disenergizzazione si limiteranno ad apporre il bloccaggio in corrispondenza dei varchi di accesso ai dispositivi di intercettazione (cancelli, porte di cabine e sale comando, sportelli dei quadri, ecc.).



IL DECALOGO PER IL CORRETTO ISOLAMENTO OVVERO I PASSI FONDAMENTALI DELLA PROCEDURA DI LOCKOUT/TAGOUT.



1. Identificare le tipologie di energia e tutti i dispositivi di comando, controllo e sezionamento presenti
2. Informare tutti gli operatori potenzialmente coinvolti
3. Mettere in OFF tutti i dispositivi di controllo
4. Identificare tutti i punti con potenziale presenza di energia
5. Isolare tutte le fonti di energia e/o gli accumuli di energia potenziale
6. Bloccare in posizione di sicurezza tutti i dispositivi di isolamento dell'energia
7. Rimettere in ON tutti i dispositivi di comando e controllo al fine di verificare la reale disenergizzazione
8. Rimettere in OFF tutti i dispositivi di comando e controllo
9. Effettuare l'intervento
10. Rimuovere i sistemi di bloccaggio e rienergizzare l'ambiente di lavoro

