

RISCHIO INCENDIO ED ESPLOSIONE IN EDILIZIA

INAIL

Prevenzione e procedure di emergenza

2020



COLLANA RICERCHE

RISCHIO INCENDIO ED ESPLOSIONE IN EDILIZIA

INAIL

Prevenzione e procedure di emergenza

2020

Pubblicazione realizzata da

Inail

Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione

Responsabili scientifici

Raffaele Sabatino¹, Francesco Notaro²

Autori

Giovanni Luca Amicucci¹, Beatrice Conestabile Della Staffa¹, Francesca Maria Fabiani¹, Daniela Freda¹,
Alessandro Ledda¹, Donato Lancellotti¹, Barbara Manfredi¹, Federica Paglietti¹, Arcangelo Prezioso¹,
Giovanna Ricupero¹, Alessio Rinaldini¹, Raffaele Sabatino¹, Maria Teresa Settino¹, Fabrizio Baglioni²,
Armando De Rosa², Federico Lombardo², Andrea Marino², Fabio Mazzarella², Francesco Notaro², Antonio
Petitto², Amalia Tedeschi²

¹ Inail

² Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

per informazioni

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma
dit@inail.it
www.inail.it

© 2020 Inail

ISBN 978-88-7484-644-3

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

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

INAIL



Indice

Prefazione	9
Introduzione	11
Aspetti normativi	11
La gestione delle emergenze nel d.lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.	9
Organizzazione del cantiere ai fini antincendio	10
1. Individuazione delle possibili fonti di rischio incendio ed esplosione	10
1.1 Materiali combustibili e infiammabili in edilizia	13
1.1.1 Materiali combustibili solidi	13
1.1.2 Sostanze infiammabili liquide	14
1.1.3 Prodotti combustibili gassosi	16
1.2 Rischio elettrico	17
1.2.1 Incendi di origine elettrica	17
1.2.2 Principali tipologie di guasto	17
1.2.3 Alcune conseguenze delle principali tipologie di guasto	20
1.2.4 Impianto elettrico di cantiere	21
1.2.5 Gruppi generatori funzionanti in isola o come riserva	23
1.2.6 Luoghi conduttori ristretti	23
1.2.7 Protezione contro i fulmini	23
1.3 Lavori a caldo	24
1.3.1 Saldatura e taglio	24
1.3.2 Posa a caldo di manti di impermeabilizzazione (guaina bituminosa)	25
1.4 Lavorazioni con uso di materiale esplosivo da cantiere	28
1.5 Altre cause d'incendio ed esplosione	28
2. Individuazione delle principali misure di prevenzione e protezione	31
2.1 Misure di prevenzione e protezione in funzione delle sostanze depositate o in lavorazione	31
2.2 Gestione dell'accentrimento di sostanze depositate o in lavorazione all'interno del cantiere	33
2.3 Stoccaggio ed uso di gas compressi e liquefatti e di liquidi infiammabili	35
2.4 Depositi di rifiuti combustibili o infiammabili	37
2.5 Gestione delle lavorazioni con sorgenti di fonte di calore	39
2.6 Il permesso per i lavori a caldo	40
2.7 Riduzione dei pericoli causati dalla presenza di materiali combustibili o infiammabili	42
2.8 Gestione delle lavorazioni con utilizzo di materiale esplosivo	43
2.9 Gestione di incendi in presenza di amianto	45
3. Rischi aggiuntivi indotti dai cantieri di ristrutturazione e manutenzione	49
3.1 Lavori di scavo in prossimità di tubazioni del gas e cavi di energia elettrica preesistenti	49
3.2 Lavori che prevedano utilizzo di fiamme libere, solventi infiammabili, detergenti, coloranti, ecc.	53
3.3 Stoccaggio di materiali infiammabili	56
3.4 Rischio correlato alla presenza di materiali contenenti amianto	56
3.5 Lavori in edifici sottoposti a tutela	57
4. Attività soggette ai controlli di prevenzione incendi	60
4.1 Gli adempimenti amministrativi	60
4.2 Regole tecniche di riferimento	63
Attività 3 e 4 - Depositi di gas infiammabili in recipienti mobili e in serbatoi fissi	63
Attività 5 - Depositi di gas comburenti	66
Attività 13 punto 13.1 - Contenitori distributori rimovibili e non di carburanti liquidi fino a 9 m ³ con punto di infiammabilità > 65 °C	67
Attività 34 - Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo	68
Attività 36 - Depositi di legnami e di altri prodotti affini	68
Attività 49 - Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria	69
Attività 66 - Dormitori con oltre 25 posti letto	70
Attività 74 - Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW	71
Attività 75 - Autorimesse di superficie complessiva superiore a 300 m ²	71

5. La gestione della sicurezza antincendio nei cantieri	72
5.1 Progettazione della GSA nei cantieri edili	72
5.2 Cantieri di dimensioni ordinarie	74
5.2.1 Esempio 1	75
5.2.2 Esempio 2	76
5.3 Cantieri di grandi dimensioni	76
5.4 Osservazioni	78
Focus - Notre Dame de Paris	79
Introduzione	79
Cronaca dell'incendio	79
Possibili cause dell'incendio	85
Fattori rilevanti	85
Determinazione dei danni	87
Sicurezza strutturale post incendio	87
Conclusioni	87
Focus - Cappella Guarini Duomo di Torino	88
Introduzione	88
Dal procedimento penale	88
Dal rapporto dei VV.F. di Torino intervenuti	89
Conclusioni	90
Focus - Realizzazione in opera di una pila di un ponte	94
Introduzione	94
Le indagini	94
La dinamica dell'evento	94
Piano Operativo di Sicurezza	95
Formazione ed informazione del personale	96
Conclusioni	96
Bibliografia	97
Fonti immagini	100

Prefazione

Il settore edile va sicuramente annoverato tra quelli più rischiosi e con il più alto indice infortunistico sia in termini di frequenza che di gravità.

Nei cantieri edili si registrano condizioni lavorative e organizzative problematiche che derivano dalla continua variazione della tipologia di lavorazioni in esecuzione, dalla presenza contemporanea di più imprese, ancorché con mansioni distinte, e da condizioni di sicurezza con standard spesso inferiori a quelli richiesti per le installazioni fisse.

In tale contesto si inserisce un nuovo progetto di collaborazione tra Inail e Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, finalizzato a incidere sulla riduzione degli infortuni sul lavoro e ad implementare la necessaria cultura della sicurezza nei settori dell'edilizia e dell'agricoltura.

In particolare, sono stati coinvolti: per l'Inail il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici e la Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione e, per il C.N.VV.F., la Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica del Dipartimento dei Vigili del fuoco, del Soccorso pubblico e della Difesa civile.

Tale collaborazione ha portato alla realizzazione di indicazioni operative per la gestione delle emergenze e della sicurezza antincendio nei settori dell'edilizia, oggetto di questo documento, e dell'agricoltura.

Il documento riporta sia indicazioni generali per l'individuazione delle possibili fonti di rischio di incendio ed esplosione e le relative misure di prevenzione e protezione, sia specifici focus tematici su specifici gravi accadimenti.

La pubblicazione intende rappresentare anche un esempio di come la gestione della sicurezza richieda un approccio interdisciplinare in grado di includere ruoli, approcci e competenze diverse al fine di perseguire, in maniera sempre più efficace, la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Marco Cavriani

Direttore Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

Carlo De Petris

Direttore del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Fabrizio Benedetti

Coordinatore generale della Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione

Introduzione

Il rischio di incendio ed esplosione in edilizia dipende da molteplici variabili ed è tra i rischi più preoccupanti, sia a causa di una tutt'altro che trascurabile frequenza di accadimento sia per l'entità del danno che è ragionevole attendersi.

Basti pensare, ad esempio, agli ingenti danni provocati al patrimonio artistico e culturale mondiale a causa di alcuni incendi che si sono sviluppati durante i lavori di restauro di alcuni edifici di pregio, come verrà descritto meglio nei focus della presente pubblicazione.

Nei cantieri edili si registrano, infatti, condizioni lavorative e organizzative problematiche che derivano dalla continua variazione della tipologia di lavorazioni in esecuzione, dalla possibile presenza di più imprese in contemporanea con mansioni distinte e da condizioni di sicurezza con standard spesso inferiori a quelli richiesti per le installazioni fisse.

Un'appropriatezza mitigazione del rischio di incendio richiede pertanto una vera e propria ingegnerizzazione della progettazione della sicurezza antincendio, che può essere ottenuta solo con un'adeguata cultura della sicurezza.

La cultura della sicurezza antincendio comporta lo studio, la regolamentazione, l'insegnamento e la condivisione con i vari portatori di interesse in tutti i settori della società dell'utilità di questo argomento fondamentale per migliorare il benessere del nostro Paese.

In passato la sicurezza è stata vissuta, anche nel mondo del lavoro, come un compito, un adempimento aggiuntivo imposto dalla legge.

Negli ultimi anni, invece, è stato fatto un ottimo lavoro per cambiare approccio, con la finalità che tutti gli attori coinvolti facciano "squadra" tra loro, ciascuno secondo i rispettivi profili di competenza.

Sono state scritte delle regole nuove per coniugare le necessità di chi progetta con chi poi dovrà intervenire per garantire la sicurezza antincendio.

Nel nostro Paese esiste, infatti, un sistema virtuoso, e non riscontrato in altri Stati, in materia di prevenzione incendi, secondo cui le norme vengono scritte da chi si occupa degli interventi di soccorso tecnico ovvero dal Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco (C.N.VV.F.).

Al fine di semplificare e razionalizzare queste regole mediante l'utilizzo di un nuovo approccio metodologico più aderente al progresso tecnologico e agli standard internazionali, è stato emanato il d.m. 3 agosto 2015, conosciuto come Codice di prevenzione incendi, che rappresenta una rivoluzione nel panorama normativo italiano in tale materia.

Il Codice è un unico testo organico e sistematico con un approccio normativo meno prescrittivo e più prestazionale rispetto al passato, che ha lo scopo di ridurre il ricorso al procedimento di deroga nella progettazione e di avere un'applicazione uniforme delle misure antincendio su tutto il territorio nazionale.

In tale contesto, si inserisce la progettazione della sicurezza antincendio quale metodo di individuazione di soluzioni tecniche finalizzate al raggiungimento degli obiettivi primari della prevenzione incendi, vale a dire la salvaguardia della vita umana, l'incolumità delle persone e la tutela dei beni e dell'ambiente.

Con il nuovo approccio normativo, il progettista assume piena responsabilità in merito alla valutazione del rischio di incendio.

Diventa necessario garantire, tramite la documentazione progettuale, l'appropriatezza degli obiettivi di sicurezza antincendio perseguiti, delle ipotesi di base, dei dati di ingresso, dei metodi, dei modelli, degli strumenti normativi selezionati ed impiegati a supporto della progettazione.

Al progettista è data la possibilità di utilizzare dei metodi basati su norme o documenti tecnici adottati da organismi nazionali, europei o internazionalmente riconosciuti nel settore della sicurezza antincendio.

Inoltre è sempre più diffuso l'approccio ingegneristico denominato "*Fire Safety Engineering*", che consiste nel quantificare l'impatto di ogni soluzione tecnica sull'evoluzione dell'incendio, al fine di progettare soluzioni che siano maggiormente proporzionate al rischio reale.

Altri metodi di progettazione riguardano soluzioni che prevedono l'impiego di prodotti o tecnologie di tipo innovativo, frutto del costante progresso tecnologico.

Infine, si può fare ricorso a prove sperimentali in scala reale o in scala rappresentativa oppure al "giudizio esperto" fondato sui principi di prevenzione incendi e sul bagaglio di conoscenze di soggetti esperti del settore della sicurezza antincendio.

Il presente lavoro si articola in cinque capitoli riguardanti l'individuazione delle possibili fonti di rischio incendio ed esplosione, le relative misure di prevenzione e protezione, i rischi aggiuntivi indotti dai cantieri di ristrutturazione e manutenzione, le attività (usualmente presenti in edilizia) soggette ai controlli di prevenzione incendi e la gestione della sicurezza antincendio (GSA) nei cantieri.

Seguono tre focus tematici che, in chiave narrativa, raccontano di gravi incendi accaduti negli anni scorsi, ponendo l'attenzione su come le concomitanti carenze nella valutazione del rischio incendio e nella GSA abbiano prodotto danni assai ingenti, facilmente evitabili adottando una migliore strategia preventiva.

Aspetti normativi

La gestione delle emergenze nel d.lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.

Con il termine *emergenza* si può definire una situazione anomala, rispetto alle normali condizioni lavorative, dalla quale possono derivare, o siano già derivati, incidenti o infortuni.

Il d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. stabilisce una serie di regole in materia di sicurezza antincendio e, analizzando il decreto, si possono individuare molteplici adempimenti posti a carico a diversi soggetti della prevenzione nei cantieri, in particolare ai datori di lavoro, ai coordinatori per la sicurezza e agli addetti antincendio.

Nell'ambito delle *misure generali di tutela*, di cui all'art. 15 del decreto, alla lettera u) del c. 1, sono annoverate *“le misure di emergenza da attuare in caso di primo soccorso, di lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori e di pericolo grave e immediato”*.

Inoltre, l'art. 18, c. 1, prevede che il datore di lavoro e il dirigente debbano:

lettera b):

“designare preventivamente i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza”.

lettera t):

“adottare le misure necessarie ai fini della prevenzione incendi e dell'evacuazione dei luoghi di lavoro, nonché per il caso di pericolo grave e immediato, secondo le disposizioni di cui all'art. 43. Tali misure devono essere adeguate alla natura dell'attività, alle dimensioni dell'azienda o dell'unità produttiva, e al numero delle persone presenti”.

Gli articoli dal 43 al 46 definiscono le modalità di gestione delle emergenze sia da parte del datore di lavoro sia da parte dei lavoratori, tanto per quanto riguarda il primo soccorso quanto per la prevenzione incendi e la gestione delle emergenze in genere.

Infatti, il decreto definisce, nella Sezione VI *Gestione delle emergenze*, art. 43 c. 1, le disposizioni generali alle quali deve adempiere il datore di lavoro, il quale:

- a) organizza i necessari rapporti con i servizi pubblici competenti in materia di primo soccorso, salvataggio, lotta antincendio e gestione dell'emergenza;
- b) designa preventivamente i lavoratori di cui all'art. 18, c. 1, lettera b);
- c) informa tutti i lavoratori che possono essere esposti a un pericolo grave e immediato circa le misure predisposte e i comportamenti da adottare;
- d) programma gli interventi, prende i provvedimenti e dà istruzioni affinché i lavoratori, in caso di pericolo grave e immediato che non può essere evitato, possano cessare la loro attività, o mettersi al sicuro, abbandonando immediatamente il luogo di lavoro;
- e) adotta i provvedimenti necessari affinché qualsiasi lavoratore, in caso di pericolo grave ed immediato per la propria sicurezza o per quella di altre persone e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, possa prendere le misure adeguate per evitare le conseguenze di tale pericolo, tenendo conto delle sue conoscenze e dei mezzi tecnici disponibili;
- f) garantisce la presenza di mezzi di estinzione idonei alla classe di incendio ed al livello di rischio presenti sul luogo di lavoro, tenendo anche conto delle particolari condizioni in cui possono essere usati. L'obbligo si applica anche agli impianti di estinzione fissi, manuali o automatici, individuati in relazione alla valutazione dei rischi.

Il successivo c. 3, stabilisce che i lavoratori non possono, se non per giustificato motivo, rifiutare la designazione. Essi devono essere formati, essere in numero sufficiente e disporre di attrezzature adeguate, tenendo conto delle dimensioni e dei rischi specifici dell'azienda o dell'unità produttiva.

Qualsiasi lavoratore in caso di pericolo grave ed imminente per la propria sicurezza e/o per quella di altre persone, nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, deve essere in grado di prendere misure adeguate per evitare le conseguenze di tale pericolo, in relazione alle sue conoscenze ed ai mezzi tecnici disponibili.

In relazione ai diritti dei lavoratori in caso di pericolo grave e immediato, il successivo art. 44 stabilisce che, c. 1, il lavoratore che, in caso di pericolo grave, immediato e che non può essere evitato, si allontana dal posto di lavoro o da una zona pericolosa, non può subire pregiudizio alcuno e deve essere protetto da qualsiasi conseguenza dannosa e, c. 2, il lavoratore che, in caso di pericolo grave e immediato e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, prende misure per evitare le conseguenze di tale pericolo, non può subire pregiudizio per tale azione, a meno che non abbia commesso una grave negligenza.

L'art. 46, in relazione ai criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro, allo stato, rimanda al d.m. 10 marzo 1998 il quale prevede, all'art. 1, c. 3, che per le attività che si svolgono nei cantieri temporanei o mobili, le prescrizioni da rispettare riguardano gli artt. 6 e 7 (designazione degli addetti al servizio antincendio e relativa formazione).

In particolare, si segnalano le attività definite a *rischio di incendio elevato*, di cui all'allegato IX del citato decreto: "o) cantieri temporanei o mobili in sotterraneo per la costruzione, manutenzione e riparazione di gallerie, caverne, pozzi ed opere simili di lunghezza superiori a m 50; p) cantieri temporanei o mobili ove si impiegano esplosivi".



Organizzazione del cantiere ai fini antincendio

Tra i pericoli generalmente presenti nei cantieri, quelli originati dal fuoco risultano, spesso, sottovalutati. In realtà nel cantiere esistono diverse lavorazioni la cui esecuzione può determinare un'importante fonte d'innesco; l'uso di fiamme libere, ad esempio, per la messa in opera di guaine impermeabilizzanti, le operazioni di saldatura, gli impianti elettrici, la presenza, più o meno sporadica, di fuochi accesi, mozziconi di sigarette, ecc. incautamente abbandonati dai lavoratori.

Tali inneschi, ove non efficacemente controllati, possono provocare incendi con conseguenze anche disastrose.

Negli ultimi tempi, tra i grossi incendi verificatisi in importanti cantieri di ristrutturazione, si rammentano quelli del teatro La Fenice di Venezia (1996), del duomo di Torino (1997) e di Notre Dame de Paris (2019).

In generale, nei cantieri, a causa della specificità del luogo di lavoro e della generale compresenza di più imprese e lavoratori autonomi, è possibile che gli obblighi inerenti la gestione delle emergenze, a carico del datore di lavoro, vengano regolati a parte, nell'ambito delle previsioni contrattuali, dirottandoli a carico del committente (art. 104, c. 4 del d.lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.).

In tali casi si solleva il datore di lavoro dall'obbligo di designazione degli addetti e dalla gestione delle emergenze, dovendo il committente stesso provvedere, garantendolo nei contratti d'affidamento dei lavori, all'organizzazione di un apposito servizio antincendio e di gestione delle emergenze.

In conseguenza di tale previsione, il CSP (coordinatore della sicurezza in fase di progettazione) prevede, nell'ambito del PSC (piano di sicurezza e coordinamento), un sistema di gestione delle emergenze *di tipo comune*, così come previsto dal punto 2.1.2.h) dell'allegato XV, specificando il soggetto (l'appaltatore) che dovrà farsi carico di tale onere, sgravando tutti gli altri soggetti dagli obblighi di cui all'art. 18 c. 1, lett. b), cioè di designazione degli addetti ai compiti speciali e di gestione delle emergenze.

Tale sistema di gestione, essendo nel PSC, risulterà inderogabile per le imprese e i lavoratori autonomi.

Negli appalti privati, parimenti, è possibile contrattualmente porre a carico dell'appaltatore la cura della gestione delle emergenze per conto dei subaffidatari (imprese esecutrici e lavoratori autonomi) e dei fornitori.

Il piano delle emergenze dovrà essere costituito anche da disegni, comprendenti almeno una planimetria, relativa all'organizzazione del cantiere, riportante i presidi di emergenza, gli accessi, i percorsi, ecc..

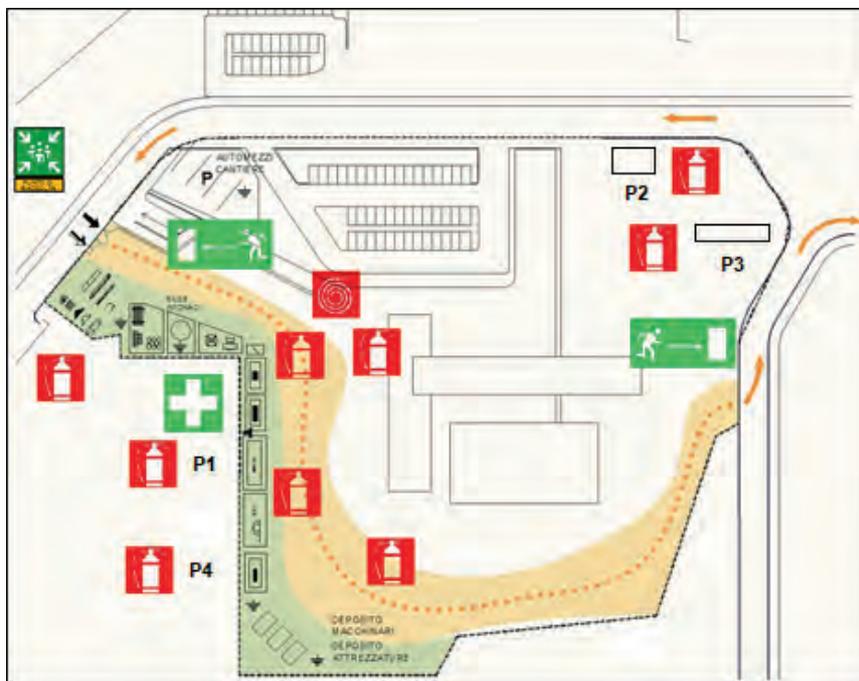
Le condizioni di lavoro caratteristiche del cantiere sono, per sua natura, diverse da quelle verificabili nelle aziende "statiche", in quanto si caratterizzano per la variabilità temporale e spaziale delle condizioni e per la frequente rotazione del personale impiegato.

L'allestimento del cantiere dovrà attenzionare, specificatamente, le aree dove i rischi possono essere maggiori, ad esempio:

- ✓ stoccaggio di materiali e uso di sostanze infiammabili;
- ✓ deposito di rifiuti in attesa di allontanamento dal cantiere;
- ✓ installazione di impianti elettrici fissi e temporanei;
- ✓ lavori di scavo in prossimità di reti di gas ed energia elettrica esistenti.

In presenza di alcune situazioni che possono rappresentare una fonte d'innesco, quali operazioni di saldatura, uso di fiamme libere nelle operazioni d'impermeabilizzazione, stoccaggi di materiali e sostanze infiammabili, impianti elettrici provvisori, ecc. potrebbero, addirittura, costituirsi condizioni rientranti nel campo d'applicazione del Regolamento di semplificazione di prevenzioni incendi, d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151.

Nel prosieguo della trattazione saranno esaminate, seppur in un approccio a carattere indicativo e non certo esaustivo, le tipologie di rischio normalmente presenti nei cantieri, indicando le procedure da adottare per l'analisi dei rischi e la gestione delle emergenze.



PLANIMETRIA DELL'ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE AI FINI ANTINCENDIO

Area vulnerabile	Localizzazione nella planimetria	Sigla
Deposito gasolio (500 l)	Area stoccaggi pericolosi	P1
Stoccaggio rifiuti pericolosi	In prossimità dell'uscita del cantiere	P2
Stoccaggio rifiuti non pericolosi	In prossimità dell'uscita del cantiere	P3
Deposito legname	In prossimità del deposito macchinari	P4

1. Individuazione delle possibili fonti di rischio incendio ed esplosione

Premessa

Il rischio d'incendio generalmente è legato alla probabilità che possa attivarsi un fenomeno di combustione e che tale combustione, non essendo controllata e svolgendosi in uno spazio non appositamente destinato a contenerla, si trasformi in incendio.

La combustione a sua volta dipende dalla combinazione di almeno tre elementi che definiscono il cosiddetto *triangolo del fuoco* e cioè il materiale combustibile, il comburente (normalmente l'ossigeno presente nell'aria) che, legandosi al combustibile, lo ossida e la sorgente d'innesco o di energia che permette di far raggiungere al materiale combustibile una temperatura tale da consentire il legame di ossidazione.



TRIANGOLO DEL FUOCO

La tabella seguente riporta i valori di temperatura a cui devono essere portati i materiali corrispondenti per poter iniziare spontaneamente il processo di combustione:

Sostanza	Temperatura di accensione (indicativa) °C
Carta - cartone	230
Stirolo	490
Bitume - membrane impermeabilizzanti	485
Schiume poliuretatiche	440
Oli lubrificanti	260 - 370
Legno	250
Benzina	250
Gasolio	220
Alcool metilico	455
Metano	530

TEMPERATURE DI ACCENSIONE DI ALCUNE SOSTANZE

Si rammenta la definizione di *temperatura di infiammabilità*, proprietà associata ai liquidi infiammabili, definibile come la più bassa temperatura alla quale i vapori formano con aria una miscela infiammabile.

In funzione della velocità della reazione di ossidazione e della conseguente produzione di fumi, gas, fiamme e calore si possono registrare diverse tipologie di combustione.

Ai fini del presente documento interessano l'incendio e l'esplosione, fenomeni nei quali i citati prodotti della reazione sono influenti ai fini della sicurezza delle persone e dei beni, per il calore sviluppato e, nel caso dell'esplosione, per l'effetto della sovrappressione generata dalla rapida produzione di fumi e gas

1.1 Materiali combustibili e infiammabili in edilizia

In edilizia come in tutti gli altri settori dell'attività umana i materiali che possono prendere fuoco sono più o meno pericolosi in funzione di alcune caratteristiche.

La prima di tali caratteristiche riguarda lo stato di aggregazione del materiale che può essere solido, liquido o gassoso.

Ad ogni stato di aggregazione, unitamente ad alcuni parametri fisici, corrisponde un diverso grado di pericolosità che si esplica sia nella "facilità" con cui il materiale può iniziare a bruciare che nella velocità con cui il materiale brucia.

Conseguenza diretta della velocità di combustione è peraltro la velocità con cui vengono sprigionati fumi, gas pericolosi, calore e fiamme, prodotti che arrecano danno all'uomo, alle strutture e all'ambiente.

1.1.1 Materiali combustibili solidi

Sono visibili e quindi ben percepibili dall'uomo e caratterizzati da una forma propria, rimangono "fermi" nella posizione in cui l'uomo li ha posizionati.

Per poter iniziare la combustione la fonte d'innescò (es.: fiamma libera) deve andare a contatto con il materiale.

La quantità di energia necessaria per iniziare la combustione è legata, oltre che alla natura chimica del materiale (non trattata nella presente pubblicazione e naturalmente escludendo gli esplosivi):

- alla superficie di contatto/scambio che il materiale, a parità di massa, garantisce con l'aria. In tal senso più il materiale è piccolo, più ha forma sottile, più è poroso meno energia è necessaria per riscaldare il materiale e quindi iniziare la combustione;
- all'umidità del materiale, è abbastanza intuitivo che minore è il contenuto d'acqua (materiale più secco) meno energia è necessaria per riscaldare il materiale e quindi iniziare la combustione.

I parametri appena descritti influenzano anche la velocità con cui la combustione procede nel materiale, nel senso che, normalmente, più è bassa l'energia necessaria per iniziare la combustione più sarà veloce la combustione all'interno del materiale.

La velocità è influenzata anche:

- dalla ventilazione e quindi dall'apporto di più o meno ossigeno sulla superficie di scambio con la conseguente ossidazione del materiale;
- dalla disposizione spaziale, il materiale disposto verticalmente brucia più velocemente rispetto allo stesso materiale in posizione orizzontale, questo perché i citati prodotti della combustione (fumi, gas pericolosi, calore e fiamme) essendo molto "caldi" nella prossimità del fuoco si spostano verso l'alto.

Con riferimento all'edilizia, nelle varie fasi del cantiere, si possono individuare situazioni a rischio d'incendio in funzione di quanto appena descritto; si riportano alcuni esempi:

- A) incendio dell'involucro esterno che racchiude il ponteggio perimetrale di edifici in ristrutturazione.



INCENDIO DEL PAVILION HOTEL, MANILA - 18 MARZO 2018

Il materiale che normalmente si utilizza è una rete o telo in plastica che raccoglie alcune delle caratteristiche descritte e che facilitano sia l'accensione sia la velocità di propagazione: materiale sottile, con elevato rapporto superficie contatto aria/massa, idrofobo, disposizione verticale, condizioni di aerazione favorite.

- B) costruzioni in legno o comunque utilizzo di questo materiale per la realizzazione di impalcature, casseforme, ecc. sia il deposito ma soprattutto le polveri che si generano a seguito del taglio rappresentano una situazione da tenere in debito conto nella valutazione del rischio d'incendio.
Le polveri di legno in particolare contemplano molte delle caratteristiche che facilitano il fenomeno della combustione e in determinate condizioni possono portare a fenomeni molto veloci (deflagrazioni).
In particolare l'energia d'innescò necessaria è così bassa che concentrazioni di polvere in aria possono essere accese da piccoli archi elettrici e la velocità di combustione è molto elevata, tanto è che, ai sensi del titolo XI del d.lgs. 81/08 e s.m.i. (direttiva ATEX), il datore di lavoro deve predisporre una valutazione specifica per rischio di esplosione.
- C) I materiali per isolamento termico, sia esterni (cappotto) che racchiusi in intercapedine, quest'ultimi in alcune fasi del cantiere, rappresentano materiali da "attenzione" ai fini del rischio d'incendio.
Il drammatico incendio della *Grenfell Tower* a Londra nella notte del 14 giugno 2017 è un'esplorazione molto chiara del livello di rischio.



INCENDIO DELLA *GRENFELL TOWER*, LONDRA - 14 GIUGNO 2017

1.1.2 Sostanze infiammabili liquide

Sono visibili e quindi ben percepibili dall'uomo ma, a differenza dei solidi, non hanno una forma propria e devono essere contenuti.

Per iniziare la combustione, la fonte d'innescò (es.: fiamma libera) non deve necessariamente trovarsi a contatto con il materiale; ad esempio, se dal contenitore del combustibile si verifica una perdita in fase liquida, o per evaporazione, esso può spostarsi a notevole distanza dalla posizione iniziale ponendosi a contatto con eventuali fonti d'innescò.

Nel caso dei liquidi, dovendo garantire comunque il legame combustibile comburente (ossigeno dell'aria), sono i vapori che bruciano e quindi affinché la combustione possa iniziare il liquido deve evaporare formando una miscela in aria.

La quantità di energia necessaria per iniziare la combustione è in tal caso molto più bassa rispetto a quanto normalmente necessaria per i solidi e quindi i parametri che entrano in gioco sono altri.

Innanzitutto è da specificare che condizione necessaria perché una miscela di vapori combustibili in aria bruci deve stare in un range di concentrazioni che dipendono dalla composizione chimica della sostanza.

Se la miscela è troppo ricca o troppo povera di combustibile anche in presenza di innescò la combustione non avviene.

Tale range di concentrazioni definisce il campo d'infiammabilità (tra un limite inferiore e superiore di concentrazioni di vapori nella miscela con aria); di seguito si riportano i valori di alcuni liquidi combustibili d'interesse:

Sostanza	Limite Inferiore %	Limite Inferiore %
Gasolio	0,6	6,5
Benzina	1	6,5

Dalla composizione chimica della sostanza dipende la tendenza, in funzione della temperatura, del combustibile liquido ad evaporare e quindi formare la miscela suddetta.

In corrispondenza della temperatura di infiammabilità di un liquido, si ha una quantità di vapori generati dal liquido con concentrazione pari al limite inferiore a pressione atmosferica.

Si riportano per il gasolio e la benzina i relativi valori:

Sostanza	Temperatura di infiammabilità °C
Gasolio	65
Benzina	- 20

La benzina, per quanto sopra, è più pericolosa del gasolio, ma la sua pericolosità è soprattutto legata al fatto che la temperatura d'infiammabilità è più bassa rispetto alla temperatura standard, alla quale ordinariamente si svolgono le attività umane, e quindi, se evapora, è pronta ad incendiarsi.

Miscele di vapore infiammabile richiedono energia d'innescio molto bassa e la velocità di combustione è molto elevata.

Anche in questo caso, ai sensi del titolo XI del d.lgs. 81/08 e s.m.i. (direttiva ATEX), il datore di lavoro, se usa fonti di possibile formazione di miscele di vapori infiammabili in aria, deve predisporre una valutazione specifica per rischio di esplosione.

Rientrano in questa categoria, oltre ai carburanti necessari per la movimentazione di macchine e attrezzature in cantiere sopra detti, anche oli, lubrificanti e altri materiali di comune utilizzo nei cantieri edili come vernici, diluenti e solventi che presentano tra le componenti percentuali variabili di liquidi infiammabili, alcuni collanti, detergenti e disarmanti.

La loro pericolosità è essenzialmente definita dagli stessi parametri sopra descritti per sostanze come gasolio e benzina.

I contenitori se esposti ad alte temperature, perché coinvolti in un incendio, possono perdere la loro integrità iniziale e costituire oltre ad ulteriore apporto di materiale combustibile anche pericolosi oggetti in pressione.

1.1.3 Prodotti combustibili gassosi

Sono normalmente invisibili, inodori e quindi non facilmente percepibili dall'uomo e non hanno una forma propria per questo anche essi devono essere contenuti.

Per poter rendere percepibile la loro presenza in ambiente i gas combustibili in commercio, GPL (gas di petrolio liquefatto) e metano, devono essere per legge additivati con una sostanza odorizzante il cui odore è molto forte ed è in grado di avvertire le persone.

Anche per i gas combustibili la quantità di energia necessaria per iniziare la combustione è molto bassa. Continua ad avere influenza il campo di infiammabilità di cui si riportano valori per gas d'interesse.

Sostanza	Limite Inferiore %	Limite Inferiore %
GPL	2	9
acetilene	1,5	82

Il rischio dei gas combustibili è legato alle modalità con cui vengono trasportati e conservati.

La necessità di avere quantitativi commercialmente validi, unitamente alla natura del gas, contempla:

- gas compressi a pressioni molto elevate (oltre 100 atmosfere), rispetto a quella atmosferica, in contenitori mobili, es.: il metano in bombole o carri bombolai;
- gas liquefatti come il GPL che si conserva in forma liquida nelle bombole o in serbatoi fissi a pressioni non molto elevate (da 2 a 10 atmosfere) rispetto a quella atmosferica;
- gas disciolti come l'acetilene, molto instabile, e a pressioni non molto elevate (da 15 a 19 atmosfere) rispetto a quella atmosferica
- ossigeno in bombole.

Miscele di gas combustibile richiedono energia d'innescò necessaria molto bassa e la velocità di combustione è molto elevata.

Vale quanto già detto per le miscele di vapori combustibili in merito alla valutazione specifica per rischio di esplosione.

È importante evidenziare ai fini della completa individuazione del rischio d'incendio il comportamento che i gas possono assumere in aria una volta che fuoriescono dai sistemi di contenimento (tubazioni, serbatoi, bombole).

Nello specifico ci si riferisce alla densità del gas rispetto all'aria per cui alcuni gas, come i GPL, essendo più pesanti dell'aria tendono a disporsi in basso e se trovano aperture a pavimento si possono depositare pericolosamente anche in vani interrati (piani interrati, canali, fosse di lavorazione) mentre altri, come il metano, essendo più leggeri dell'aria, tendono a disporsi verso l'alto e se hanno la possibilità si disperdono verso il cielo lontano dagli ambienti e spazi con possibile presenza di persone.

È facilmente deducibile che da questo punto di vista la prima famiglia di gas, i più pesanti rispetto all'aria, risultano molto più pericolosi rispetto ai secondi.

1.2 Rischio elettrico

1.2.1 Incendi di origine elettrica

L'utilizzo dell'energia elettrica è spesso sottovalutato come causa di incidenti.

Si associa la sua pericolosità soltanto agli effetti fisiopatologici derivanti da possibili contatti accidentali (diretti o indiretti) con parti in tensione (che vanno dal lieve fastidio a danni anche mortali, determinati dal passaggio della corrente attraverso il corpo umano), oppure agli effetti dell'arco elettrico (che possono determinare ustioni).

Tuttavia, quando l'elettricità attraversa un circuito elettrico, o un qualsiasi materiale conduttore, determina sempre uno sviluppo di calore (effetto Joule) che provoca un aumento di temperatura dei componenti.

Negli apparecchi termici (ad es.: forni, stufe o altro), questo è un effetto desiderato che ne consente il funzionamento.

Invece, in altre situazioni, tale effetto sollecita gli isolanti e può causarne il deterioramento graduale o, nei casi più gravi, la distruzione immediata.

Il deterioramento o il danneggiamento dell'isolante possono avviare una serie di eventi che portano eventualmente ad innescare un incendio.

Tra le diverse possibili sorgenti di ignizione da prendere in considerazione, l'innescò associato a fenomeni elettrici è solo uno dei tanti che può garantire un innescò efficace.

Gli incendi talvolta sono erroneamente attribuiti ad una fonte elettrica semplicemente a causa della presenza, sul luogo individuato come punto di origine, di attrezzature, conduttori o dispositivi elettrici danneggiati.

Tuttavia l'origine elettrica di un incendio è riconosciuta solo nel caso in cui una corrente elettrica, a seguito di fenomeni termici causati da guasti o malfunzionamenti all'interno del sistema elettrico, porti all'innescò dell'incendio.

Altre volte l'innescò può essere dovuto a scariche elettrostatiche.

Accanto a questo tipo di incendi, considerati "*accidentali*", possono verificarsi anche incendi "*dovuti a eventi naturali*" (fulmini) o "*di natura dolosa*" (a seguito di manomissione di impianti o apparecchiature).

Nel seguito si adotterà la seguente terminologia:

- impianto elettrico: l'insieme di tutti i circuiti di alimentazione, comprendenti cavi ed apparecchiature di manovra, sezionamento, interruzione, protezione, ecc., tra il punto di consegna e le prese a spina, incluse;
- apparecchio elettrico utilizzatore: qualunque tipo di apparecchio utilizzatore alimentato elettricamente, compresi il cavo e la spina di alimentazione dedicati, forniti dal costruttore;
- organo di collegamento mobile: dispositivo che, pur non facendo parte né dell'impianto elettrico, né degli apparecchi elettrici utilizzatori, consente di effettuare il collegamento elettrico dell'uno agli altri (normalmente per "*connessioni elettriche temporanee*"), come ad esempio una prolunga, una presa multipla ("*ciabatta*"), un adattatore).

1.2.2 Principali tipologie di guasto

Escludendo i fulmini e le scariche elettrostatiche, le principali cause degli incendi di origine elettrica si riducono sostanzialmente a quattro:

- sovraccarico;
- guasto dell'isolamento (difetto o deterioramento),
- guasto ai terminali di collegamento (collegamenti inadeguati o allentati),
- guasto ai conduttori (rottura, danneggiamento, sezione ridotta).

Sovraccarico

Il sovraccarico non è un guasto ma una condizione anomala di funzionamento che si verifica in un circuito elettricamente sano.

Esso può portare, nel tempo, a guasti (dispersioni e cortocircuiti).

Di solito è il risultato di un difetto di progettazione o di aggiunte impreviste o non autorizzate alle installazioni.

Il sovraccarico può verificarsi a causa di difetti in componenti che causano assorbimenti anomali di corrente o, in caso di cattivo dimensionamento.

Il sovraccarico avviene quando la corrente di impiego (I_B) supera il valore nominale di massimo carico del circuito (portata I_Z) per un tempo sufficiente a degradare l'isolante.

Durante il funzionamento normale la corrente di impiego (I_B) è inferiore alla portata ($I_B \leq I_z$), di conseguenza la temperatura dell'isolante dei cavi non supera il valore massimo ammissibile (70°C per isolanti in PVC, 90°C per isolanti in gomma con mescola a base di EPR).

Il valore massimo ammissibile di temperatura corrisponde ad una determinata vita utile convenzionale per i cavi (rispettivamente di 20 anni per i cavi con isolanti in PVC e di 30 anni per i cavi con isolanti a base di EPR).

Invece, nel funzionamento in sovraccarico, poiché $I_B > I_z$, la temperatura dell'isolante dei cavi sale fino a superare il valore massimo ammissibile e, a lungo andare, ciò causa il degrado dell'isolante.

Ogni periodo di tempo per cui la temperatura di funzionamento supera la massima temperatura ammissibile, abbrevia la vita utile del cavo.

Guasto dell'isolamento

I materiali con cui sono realizzati i componenti dei sistemi elettrici sono soggetti, a causa delle sollecitazioni di lavoro, ad un processo di degrado progressivo (invecchiamento) che può causare malfunzionamenti in tempi più o meno brevi.

I guasti dell'isolamento sono di solito dovuti al degrado dell'isolante, sia come conseguenza del normale invecchiamento, sia come conseguenza di alcuni difetti di progettazione, produzione, manutenzione o utilizzo.

Inoltre, i materiali isolanti sono facilmente danneggiabili da cause meccaniche (abrasioni, sistemi di fissaggio come viti o chiodi), effetti ambientali (umidità, polveri, irraggiamento UV per installazioni all'esterno), surriscaldamento e attacchi di roditori.

Pochissimi materiali isolanti sono immuni al degrado, che avviene in modo particolarmente aggressivo nel caso degli isolanti solidi.

È difficile monitorare continuamente le condizioni dell'isolamento dell'intero sistema elettrico: i difetti o il deterioramento dell'isolamento elettrico possono causare cortocircuiti e fenomeni d'arco continuo, seguiti da accensione dei materiali isolanti combustibili (infatti le temperature dell'arco elettrico sono estremamente elevate e i materiali combustibili nelle vicinanze possono prendere fuoco a meno che l'arco non si estingua entro una frazione di secondo).

Guasto ai terminali di collegamento

Nei sistemi elettrici vi sono spesso connessioni in cui la corrente elettrica passa da un conduttore all'altro attraverso un semplice contatto.

A causa delle escursioni termiche (quali quelle dovute all'alternarsi del giorno e della notte o quelle cicliche dovute alle stagioni) è difficile mantenere un corretto serraggio di tali connessioni, soprattutto per le installazioni più esposte agli agenti esterni.

Connessioni allentate possono dar luogo a surriscaldamenti.

Quando due superfici sono poste a contatto, il loro accoppiamento avviene attraverso le asperità microscopiche che si toccano e cioè solo in una serie di punti discreti.

D'altra parte è anche probabile che la superficie di contatto sia interessata da fenomeni di ossidazione o da presenza di contaminanti.

Quando il contatto è sottoposto a pressione, la pellicola di ossido si fora e le sommità delle superfici che vengono in contatto si deformano.

L'area effettiva di contatto elettrico è solo una piccola frazione (meno dell'1%) dell'area della superficie nominale di contatto, fenomeno che causa un incremento della resistenza di contatto.

A causa dell'effetto Joule la crescita della resistenza è responsabile dell'aumento della temperatura nella zona di contatto.

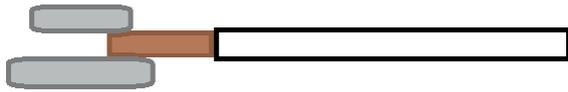
Se si aumenta la pressione di serraggio del contatto, la resistenza di contatto si riduce, ma la maggiore forza aumenta l'usura e implica la necessità di una costruzione più robusta.

Fenomeni fisici come l'espansione e la contrazione termiche, lo scorrimento, la deformazione elastica e le vibrazioni causano allentamento della pressione meccanica di serraggio del contatto.

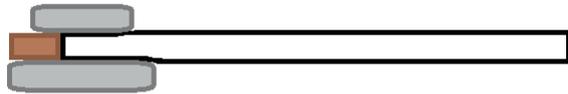
L'allentamento genera un aumento della resistenza che causa a sua volta un aumento della temperatura, il cui esito è, ugualmente, il surriscaldamento del contatto.

Il surriscaldamento può portare alla carbonizzazione dell'isolante e, oltre certi valori di temperatura, alla fusione del metallo del conduttore.

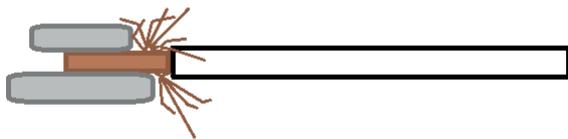
Esempi di cattivi contatti possono ritrovarsi nella figura seguente.



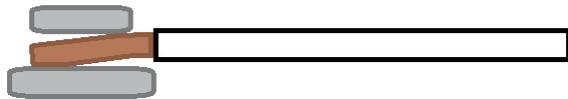
Conduttore non sufficientemente inserito (area di contatto ridotta)



Conduttore non sufficientemente esposto (l'isolante impedisce/riduce il contatto)



Sezione del conduttore ridotta a causa del mancato contatto di tutti i fili



Serraggio allentato o serraggio non uniforme

ESEMPI DI CATTIVI CONTATTI (CASISTICA NON ESAUSTIVA)

Guasto ai conduttori

Eccessive sollecitazioni meccaniche o vibrazioni possono dar luogo a rotture o danneggiamenti dei conduttori. Talvolta i conduttori possono danneggiarsi anche senza sollecitazioni eccessive, a causa di difetti di fabbricazione.

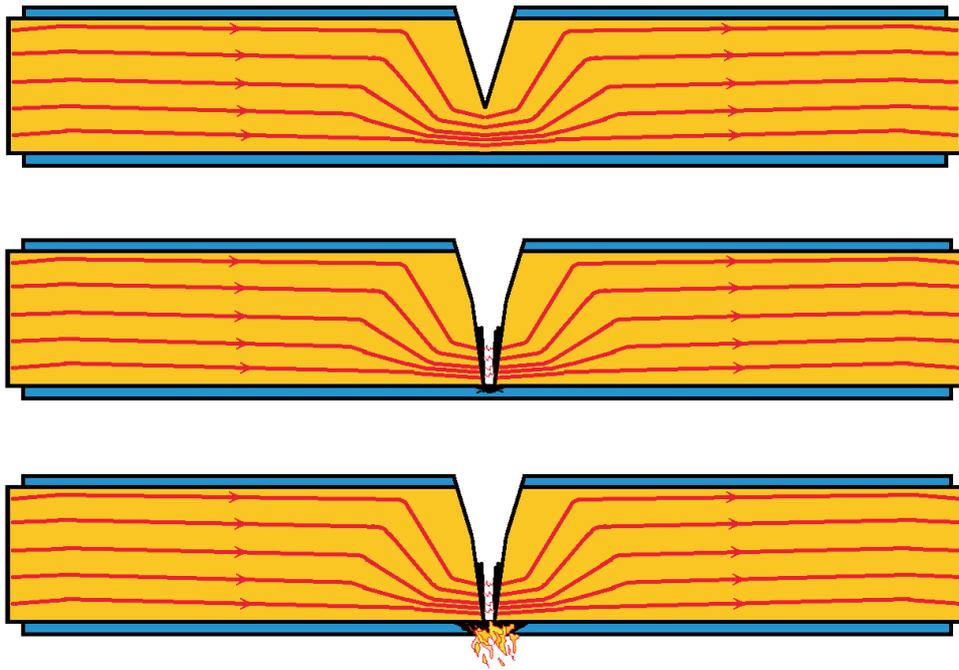
Anche un'installazione non perfettamente a regola d'arte può dar luogo a sollecitazioni in grado di causare la rottura dei cavi.

Inoltre, spine e cavi d'alimentazione sono spesso soggetti a forti sollecitazioni che potrebbero portare alla rottura dei conduttori.

In condizioni particolari, quali sollecitazioni meccaniche, un eccessivo isolamento termico o la presenza prolungata di correnti elevate, l'aumento di temperatura locale può provocare il surriscaldamento del rame che si ossida e, intorno ai 1250°C, inizia a fondere.

Ciò può dar luogo a un piccolo traferro in grado di formare un arco elettrico.

In corrispondenza della zona in cui è in atto il surriscaldamento, l'isolante avvia un processo di carbonizzazione, al termine del quale, in presenza di un arco stabilizzato, è possibile che si generino incendi.



ESEMPIO DI INNESCO DELL'ISOLANTE CAUSATO DALLA RIDUZIONE DELLA SEZIONE DI UN CONDUTTORE

1.2.3 Alcune conseguenze delle principali tipologie di guasto

Alcuni tipi di guasto possono portare a guasti più importanti che coinvolgono parti estese di un sistema elettrico.

Ad esempio, i guasti dell'isolamento possono portare a cortocircuiti o a guasti a terra, mentre i contatti cattivi o allentati possono evolvere in archi elettrici.

Cortocircuiti

Il cortocircuito è un evento accidentale che si verifica come conseguenza del cedimento (in modo casuale e involontario) dell'isolamento tra una parte in tensione e massa o tra due parti a tensione diversa.

La causa può essere un'azione abrasiva accidentale che asporta l'isolante e lascia scoperti i conduttori, o un degrado dell'isolante.

A causa della bassissima impedenza la corrente nel circuito cresce vertiginosamente rispetto a quella che si ha durante il funzionamento normale.

Per tale ragione le temperature potrebbero crescere fino a raggiungere la temperatura di innesco dell'isolante o quella di fusione del conduttore.

Guasti a terra

Guasti tipici che potrebbero innescare un incendio sono i guasti a terra, che si verificano spesso a seguito di guasti dell'isolamento.

Il modo in cui avvengono tali guasti e i relativi effetti variano in base al tipo di sistema di distribuzione elettrica adottato (TT, TN o IT).

Archi elettrici

Un arco è una scarica elettrica che si verifica quando un campo elettrico, sufficientemente elevato da superare la rigidità dielettrica del mezzo interposto, crea un canale conduttivo attraverso tale mezzo normalmente isolante.

L'arco può verificarsi in una miscela di gas o all'interno di liquidi o solidi isolanti, tuttavia, quando il fenomeno si verifica in un liquido o in un solido, i meccanismi sono significativamente diversi da quelli relativi alle miscele di gas.

La temperatura dell'arco è di diverse migliaia di gradi e varia a seconda della caduta di tensione, della corrente, dei materiali coinvolti.

Un arco elettrico può cedere calore all'ambiente esterno per conduzione, convezione e irraggiamento.

Nei casi in cui l'arco genera la fusione del conduttore, la convezione può assumere carattere esplosivo, con proiezione di particelle incandescenti (rame fuso, nei normali conduttori) e possibilità di sfondamento dei contenitori (armadi elettrici).

Il fenomeno può essere amplificato per lo sviluppo di gas o vapori esplosivi conseguenti alla decomposizione, per l'effetto dell'arco, di isolanti liquidi, vernici, grassi, olio per condensatori o trasformatori.

A volte, l'arco o le eventuali proiezioni di materiale incandescente riescono ad innescare materiali di piccolo spessore come fibre tessili sottili (il cotone è facilmente innescabile), carta di piccolo spessore, sacchetti di plastica o simili.

Normalmente un arco di breve durata non riesce ad innescare materiali solidi di un certo spessore, ma archi di durata prolungata, possono provocare anche l'incendio di sostanze combustibili dotate di notevole spessore, perché, ai fini dell'innescamento, è importante l'energia complessiva trasmessa ai materiali.

Archi elettrici possono essere provocati dall'azione stessa delle fiamme: la fiamma è costituita da gas ionizzato, che, in presenza di differenze di potenziale tra parti conduttive vicine, può favorire la formazione di archi elettrici.

1.2.4 Impianto elettrico di cantiere

All'interno dell'area del cantiere, l'insieme dei componenti elettrici, utilizzati per rendere disponibile l'energia elettrica agli apparecchi utilizzatori del cantiere, costituisce l'impianto elettrico di cantiere.

L'impianto di cantiere inizia dal punto di allaccio della linea di alimentazione al quadro generale del cantiere. Se esiste un ente fornitore, tale punto coincide con il punto di fornitura (morsetti dell'organo di misura); se l'alimentazione è derivata da un impianto esistente, il punto d'inizio coincide con i morsetti dell'interruttore immediatamente a monte del quadro generale del cantiere; se il cantiere è piccolo e l'alimentazione del quadro generale del cantiere avviene con una presa a spina, tale spina è il punto di inizio dell'impianto; se il cantiere è alimentato con un gruppo elettrogeno o una sottostazione prefabbricata (cabina elettrica) per la trasformazione MT/BT, il punto di inizio coincide con tali elementi.

Per evitare il proliferare di impianti elettrici nel cantiere, uno per ogni impresa subappaltante, si consiglia di fare in modo che l'impianto elettrico di cantiere sia realizzato per soddisfare tutte le esigenze del cantiere, comprese quelle abitualmente prevedibili per le imprese subappaltanti.

L'impianto elettrico di cantiere deve permettere il contemporaneo esercizio delle varie attività del cantiere, anche quando queste sono eseguite da operatori senza particolare esperienza di impiantistica, o senza conoscenza delle particolarità dell'impianto esistente.

Per questo, una volta realizzato l'impianto elettrico, è necessario che le persone preposte all'organizzazione informino gli operatori di cantiere in merito:

- alle caratteristiche dell'impianto;
- ai criteri di sicurezza da adottare per un utilizzo corretto dello stesso;
- ai rischi correlati all'utilizzo dei componenti elettrici.

In ogni caso, deve essere evitato che un utente possa accedere alle morsettiere, e realizzare derivazioni dai quadri esistenti senza autorizzazione.

L'impianto di cantiere è destinato ad essere smantellato al termine dei lavori.

La sua durata temporanea (mesi o anni) comporta un utilizzo più o meno intenso.

In base a simili considerazioni, è evidente che un impianto per un cantiere di lunga durata dovrebbe essere progettato e realizzato con maggior funzionalità rispetto ad un impianto per un cantiere di breve durata, inoltre, quando si prevede una lunga durata è consigliabile che siano previste verifiche periodiche dell'impianto.

La circolazione di mezzi meccanici, la possibilità di realizzare scavi o sbancamenti, il semplice ribaltamento di un cassone possono provocare contatti accidentali con le linee elettriche presenti in un cantiere.

Nelle usuali attività di cantiere il rischio che l'impianto elettrico possa innescare incendi è abbastanza remoto.

Ciò non toglie che in alcuni casi, in particolare nelle ristrutturazioni di edifici industriali o commerciali, possano presentarsi le caratteristiche di "ambienti a maggior rischio in caso di incendio" o di "ambienti con rischio d'esplosione".

In questi casi l'impianto di cantiere deve rispettare le norme specifiche per tali situazioni.

In alcune lavorazioni possono presentarsi le condizioni per i "locali conduttori ristretti" (accesso al potenziale di terra).

In questi casi le attrezzature elettriche devono rispettare le norme specifiche applicabili.

Prescrizioni per la protezione dai contatti diretti e indiretti

Un cantiere è soggetto a continue movimentazioni e variazioni, in esso è presente qualunque tipo di personale, anche quello non addestrato dal punto di vista elettrico.

Per questo vanno prese tutte le precauzioni previste dalla normativa applicabile per la protezione delle persone dai contatti diretti e indiretti.

Protezioni da: sovracorrenti, cortocircuiti, guasti a terra, sovracorrenti di fulmine

La presenza di sistemi di protezione sul sistema elettrico è necessaria per evitare che le energie liberate dagli eventi di guasto raggiungano valori tali da innescare incendi.

Tuttavia, anche dopo l'innescio di incendi è importante che l'energia elettrica sia interrotta, perché la sua presenza può fare in modo che l'incendio raggiunga proporzioni che non avrebbe assunto in sua assenza.

Nonostante i guasti, la frequenza con cui tali guasti evolvono in incendio può essere ridotta ricorrendo:

- a sistemi di protezione adeguati e
- alla manutenzione di quei sistemi di protezione, in modo che restino efficienti.

La protezione dalle sovracorrenti è affidata a dispositivi di interruzione (interruttori o fusibili) posti a monte dei cavi elettrici e dimensionati in modo da limitare le sollecitazioni termiche associate agli eventi di sovracorrente entro soglie ritenute tollerabili.

La protezione dai sovraccarichi è generalmente affidata allo stesso apparecchio che fornisce la protezione dai cortocircuiti: l'*interruttore magnetotermico*, che contiene uno sganciatore termico per le sovracorrenti ed uno sganciatore magnetico per i cortocircuiti.

Tuttavia, non è vietato affidare a due apparecchi distinti la protezione dal sovraccarico e dal cortocircuito.

La protezione dai guasti a terra è affidata agli *interruttori differenziali*.

Questi dispositivi di protezione intervengono quando in un impianto si verifica una corrente di dispersione significativa verso terra.

Le principali situazioni di pericolo che si possono presentare in un cantiere edile sono:

- contatto diretto a seguito del guasto di isolamento di un conduttore che non comporta l'interruzione automatica dell'alimentazione (danneggiamento meccanico senza cortocircuito);
- contatto diretto per la rottura dell'involucro degli apparecchi utilizzatori portatili o per negligenza del personale;
- contatto indiretto causato dal guasto di isolamento di un apparecchio di classe I con massa non collegata a terra o per interruzione di continuità del conduttore di protezione.

Come si può notare da tale elenco, l'impiego di dispositivi differenziali aventi corrente nominale non superiore a 30 mA può essere considerato come una misura di protezione addizionale anche per i contatti diretti.

La protezione dalle sovracorrenti di fulmine e dalle sovratensioni da queste indotte negli impianti o negli apparecchi utilizzatori è, talvolta, effettuata ricorrendo a dispositivi chiamati SPD (Surge protection device). Gli SPD possono essere suddivisi in *scaricatori di sovratensione* e in *limitatori di sovratensione*.

Cavi

In un cantiere vi possono essere cavi in condizioni ambientali estreme.

Il surriscaldamento la causa degli agenti atmosferici (irraggiamento UV solare) o a causa dei sovraccarichi può provocare il degrado dell'isolante. Temperature molto basse possono provocare l'irrigidimento e la rottura degli isolanti.

Le polveri possono provocare il degrado degli isolanti, sia accumulandosi sugli isolanti in modo da produrre surriscaldamento, sia dando luogo a processi di corrosione o di conducibilità superficiale (eventualmente in presenza di umidità e in dipendenza dal tipo di polvere).

L'umidità può essere assorbita dal cavo e provocare il degrado dell'isolante.

In un cantiere l'impianto elettrico deve essere realizzato in modo da sopportare intemperie e temperature variabili con la stagione.

I gradi di protezione per le custodie devono essere elevati per evitare l'ingresso di polveri, presenti in modo più o meno intenso.

Se la presenza di polveri è localizzata in zone specifiche del cantiere, è preferibile posizionare i quadri di distribuzione a distanza opportuna da tali zone.

Nel cantiere vi è spesso acqua: oltre alla pioggia più o meno intensa, possono essere presenti acque di lavaggio o acque di risorgiva negli scavi.

Come per le polveri la presenza dell'acqua condiziona la scelta delle custodie, così come il posizionamento dei quadri elettrici.

La movimentazione di materiali e di mezzi di cantiere può dar luogo a schiacciamenti, abrasioni e rotture di cavi o altre parti dell'impianto elettrico.

Per far fronte a questi rischi il progettista deve studiare le ubicazioni più adatte per linee e quadri e, se necessario, deve prevedere apposite barriere protettive.

Impianto di terra

Nella fase di progetto dell'impianto elettrico, si deve progettare anche la configurazione del dispersore di terra, in funzione delle esigenze del cantiere e, possibilmente, anche dell'impianto elettrico finale dell'opera.

1.2.5 Gruppi generatori funzionanti in isola o come riserva

L'impianto elettrico di cantiere può essere alimentato da gruppi generatori funzionanti in isola oppure utilizzati come riserva in alternativa all'alimentazione pubblica (cioè non operanti continuamente in parallelo con essa).

Se per alimentare il cantiere è utilizzato un gruppo elettrogeno, per evitare rischi di incendio è preferibile che il gruppo non sia fatto funzionare nel locale adibito a deposito di carburante.

Inoltre, particolare attenzione va posta a possibili surriscaldamenti (dovuti a insufficiente raffreddamento degli avvolgimenti, ad esempio a causa del grippaggio dei cuscinetti per umidità o polveri, o a sovracorrenti) e ai depositi di carburante (che devono essere realizzati secondo le norme applicabili, nel rispetto delle superfici di aerazione e dei volumi di ricambio d'aria prescritti).

1.2.6 Luoghi conduttori ristretti

Si chiamano luoghi conduttori ristretti quei luoghi limitati da superfici conduttrici nei quali è probabile che una persona possa venire in contatto con tali superfici attraverso un'ampia parte del corpo ed è limitata la possibilità di interrompere tale contatto.

Esempi di luoghi conduttori ristretti presenti nei cantieri sono piccole cisterne metalliche, l'interno di tubazioni metalliche, cunicoli umidi, scavi ristretti nel terreno e tralicci.

Il luogo conduttore ristretto può essere applicabile anche a situazioni in cui l'operatore è in ambiente ampio ma a stretto contatto, su larga parte del corpo, con superfici conduttrici, per esempio lavori con cinture di sicurezza su strutture metalliche.

Nei luoghi conduttori ristretti vanno seguite le indicazioni delle norme applicabili.

1.2.7 Protezione contro i fulmini

La necessità o meno di proteggere dai fulmini le strutture di cantiere deve essere sempre determinata per mezzo di una corretta valutazione del rischio.

Strutture metalliche come ponteggi, gru e tettoie metalliche devono essere collegati all'impianto di terra solo se, a seguito di valutazione del rischio di fulminazione, sia stato deciso che tali strutture debbano essere incluse nell'eventuale sistema di protezione dai fulmini (LPS) e utilizzate come captatori e calate naturali.

1.3 Lavori a caldo

I lavori effettuati con attrezzature di lavoro che impiegano fiamme libere, più generalmente indicati come *lavori a caldo* costituiscono una fonte di rischio ben conosciuta ma, ciò nonostante, spesso sottovalutata.

Oltre alle lavorazioni vere e proprie con fiamme libere, i lavori a caldo comprendono anche le lavorazioni che prevedono la produzione di scintille e calore (brasatura, taglio, rettifica, cianfrinatura, saldatura, scongelamento tubazioni, posa a caldo di manti di copertura, ecc.).

Nel seguito ci riferiremo ad alcuni casi particolari compresi nelle seguenti tipologie di fasi lavorative:

- saldatura;
- posa a caldo di manti di copertura.

Gli aspetti di sicurezza sul lavoro relativi ai lavori a caldo vengono considerati dal d.lgs. 81/08 e s.m.i. nell'ambito della Valutazione dei Rischi; un contributo normativo altrettanto importante e specifico è rappresentato dall'allegato II al d.m. 10 marzo 1998, in particolare nei punti 2.4 (Utilizzo di fonti di calore) e 2.8 (Lavori di manutenzione e ristrutturazione).

In generale, il Datore di Lavoro o suo delegato, a seguito della valutazione di tutti i rischi, autorizzano i lavori in parola, tramite un "*permesso di lavoro a caldo*" che è una modalità organizzativa per affrontare tali lavorazioni e gestire (limitare) i rischi connessi, una volta averli debitamente valutati (vedi punto 1.4.3.2).

Lavoro a caldo	Temperatura di riferimento °C
Cannelli da taglio ossiacetilenico	3000
Saldatrici ad arco elettrico	4000
Saldatura ossidrica	2500
Scorie di saldatura	> 1000
Cannelli a propano	2000
Seghe circolari per taglio metalli	> 500
Mole	> 500
Generatori di calore elettrici	700

TEMPERATURE DI RIFERIMENTO DI ALCUNE LAVORI A CALDO

Gli addetti allo svolgimento di "*lavori a caldo*" sono esposti a una serie di rischi specifici per la loro sicurezza e salute che si vanno ad aggiungere a tutti quei rischi presenti e identificabili in relazione alle specifiche mansioni svolte e agli ambienti di lavoro.

Rischi specifici: Incendio, Esplosione, Ustioni, Scottature, Inalazione di fumi nocivi, Radiazioni ottiche artificiali, Esposizione a irraggiamento di calore.

Possibili rischi comunque presenti: Urti, Colpi, Impatti, Tagli, Abrasioni, Cadute in piano, Inciampo, Scivolamenti, Schiacciamento, Movimentazione manuale dei carichi, Caduta dall'alto, Spazi Confinati. Tali rischi specifici vanno quindi a sovrapporsi e potenzialmente ad incrementare gli indici di rischio già valutati per le normali attività di reparto ed è quindi necessario prevedere delle attività preliminari ai *Lavori a caldo* e degli specifici DPI che ne permettano di abbassare il livello di rischio.

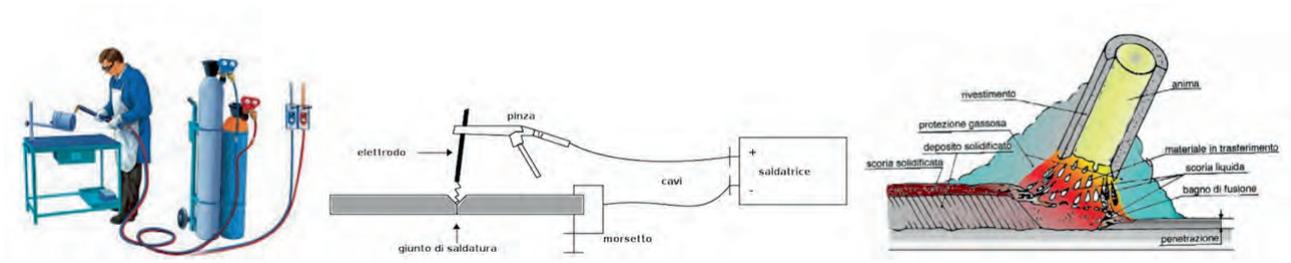
1.3.1 Saldatura e taglio

La saldatura è un procedimento di giunzione consistente nell'assemblare dei pezzi metallici, con o senza l'intervento di un metallo d'apporto, mediante la graduale fusione del metallo di base.

Di seguito si riportano, rinviando alla letteratura specifica, vari tipi di tecnologie di saldature disponibili:

La saldatura ossiacetilenica è un processo di saldatura autogena tramite fiamma; il gas impiegato è una miscela di acetilene e ossigeno che consente di raggiungere una temperatura assai elevata (3000 °C).

La saldatura ad arco elettrico utilizza un filo fusibile come polo positivo (anodo) e un polo negativo (catodo) composto dal pezzo da sottoporre a saldatura.



ATTIVITÀ DI SALDATURA OSSIA CETILENICA (SINISTRA) E SALDATURA AD ARCO ELETTRICO (CENTRO E DESTRA)

La saldatura a plasma prevede l'impiego di un gas che viene portato allo stato di plasma da un arco elettrico stabilito fra un elettrodo refrattario (catodo) e il pezzo da sottoporre a saldatura (anodo). Questo gas viene confinato, sia meccanicamente che cineticamente, attraverso l'utilizzo di un ugello di raffreddamento.

La brasatura è un procedimento con il quale si porta a fusione il solo metallo di apporto, che cola e solidifica nel punto desiderato (lambi da unire); il processo si distingue in brasatura capillare e saldobrasatura.

Attraverso il taglio al plasma i metalli elettricamente conduttivi vengono tagliati tramite dei gas, anch'essi elettricamente conduttivi, che trasferiscono energia da una fonte di energia elettrica al materiale da tagliare tramite un attrezzo chiamato torcia.

Il taglio termico, ossi-gas, si avvale invece di una fiamma ossicombustibile e ossigeno puro come getto di taglio del metallo.

1.3.2 Posa a caldo di manti di impermeabilizzazione (guaina bituminosa)

Nel caso di attività lavorative che prevedono l'applicazione di manti impermeabili a caldo, il rischio d'incendio è particolarmente elevato per la presenza di materiali combustibili, quali: tavolati lignei, isolanti termici, strati di barriere al vapore e manti impermeabili in particolare per tipologie costruttive quali tetti ventilati.

La probabilità d'innesco di un incendio in tali situazioni è poi particolarmente elevata, nelle zone di giunzione tra la copertura ed altre parti di struttura quali muretti, pareti e canne fumarie dove esiste la concreta possibilità che la fiamma del cannello, adoperato per l'applicazione del manto impermeabile, possa lambire strati di materiale combustibile costituenti il pacchetto dei prodotti da costruzione della copertura.

In queste situazioni, qualora l'incendio dovesse insorgere e in assenza di adeguate misure di protezione, l'evento può essere caratterizzato da una rapida propagazione, in relazione alla natura dei materiali posati in opera, con conseguenti ingenti danni materiali.

D'altronde proprio nelle strutture di copertura del tipo ventilato, la stessa configurazione geometrica della struttura con la presenza di intercapedini d'aria, origina dinamiche d'incendio particolarmente veloci, grazie all'efficace ventilazione e conseguenti apporti d'aria.

A questo si aggiunge la difficoltà delle azioni di contrasto alla propagazione dell'incendio, attraverso azioni di spegnimento con presidi quali ad esempio estintori o idranti.

Nella foto seguente, sono raffigurati i danni di un incendio su di una copertura del tipo ventilato, realizzata con un pacchetto di materiali multistrato con configurazione geometrica a forma di "volta".

La propagazione dell'incendio, nel caso di specie, è stata particolarmente violenta in ragione della presenza di intercapedini d'aria all'interno della copertura, ma anche a causa della stessa configurazione geometrica. Infatti, i prodotti della combustione sprigionatisi nell'area per prima interessata dall'incendio, propagandosi verso l'alto, hanno efficacemente sollecitato i materiali combustibili costituenti la copertura, posti nelle aree immediatamente sovrastanti a quella d'ignizione, dando luogo ad un incendio caratterizzato da una rapida propagazione.



INCENDIO SU DI UNA COPERTURA DEL TIPO VENTILATO

In alcune circostanze, ad esempio nel caso di coperture con presenza di lucernai, gli incendi di tetti possono essere anche caratterizzati da fenomeni di gocciolamento di materiali quali, ad esempio, quelli plastici. In tali circostanze, esiste la concreta possibilità che l'incendio possa propagarsi ulteriormente verso le strutture sottostanti.

La foto seguente, illustra gli effetti del gocciolamento conseguenti l'incendio di un lucernaio in materiale plastico, incendio nel corso del quale per effetto del gocciolamento, si è verificato l'innesco di materiali combustibili sottostanti.

Si è attivata cioè una dinamica di propagazione dell'incendio dall'alto verso il basso.



EFFETTI DEL GOCCIOLAMENTO CONSEGUENTI L'INCENDIO

Quando è richiesto normativamente o comunque in tutti i casi che risulta poco impattante la valutazione del rischio incendio dovrà essere condotta per valutare la possibilità di attivazione di meccanismi di propagazione legati a fenomeni di gocciolamento, fenomeni che sono valutati e quindi, se necessario per norma o per scelta, limitati nel caso di materiali classificati ai fini della reazione al fuoco.

Lavorazioni a caldo per la posa in opera di un manto impermeabile, avvengono con l'utilizzo di un cannello alimentato a GPL; è la tipica lavorazione a caldo, alla quale si può collegare un grandissimo numero d'incendi.

Le procedure di sicurezza generali (che per ogni caso particolare devono essere inquadrare e applicate) prevedono l'analisi dei rischi riferiti a scottatura e ustioni (per contatti accidentali con la fiamma del cannello), l'inalazione nociva dei fumi, l'irraggiamento per utilizzi ed esposizioni prolungate nel tempo e, soprattutto, l'innesco accidentale d'incendio/esplosione (perdite di gas, rottura contenitore in pressione per urto violento).

Le corrette procedure di sicurezza devono prevedere almeno:

- trasporto in sicurezza della bombola;
- controllo funzionale del riduttore di pressione (sulla bombola);
- controllo funzionale del cannello;
- controllo visivo (stato di conservazione) delle tubazioni (in gomma) colleganti bombola e cannello (*);
- verifica dell'assenza di materiale combustibile nei pressi delle lavorazioni e controllo pulizia del piano di posa (ove potrebbero trovarsi residui combustibili di altre fasi di lavoro);
- l'attenzione nell'utilizzo a non interessare con le fiamme libere la bombola (e gli annessi in pressione) e le tubazioni in gomma;
- sorveglianza della zona lavorativa per almeno un'ora dopo il termine della fase di lavoro in parola.

(*) costituisce una forte criticità a causa del deterioramento interno (flusso di gas) e soprattutto esterno (sollecitazioni meccaniche, urti, tagli, danneggiamento di tipo chimico, ecc.).

Le tubazioni devono risultare conformi alla norma tecnica UNI EN ISO 3821:2020 Attrezzature per saldatura a gas - Tubi di gomma per saldatura, taglio e processi correlati.

Nel caso sia previsto un (limitato) deposito interno di bombole di gas (limiti assoggettabilità ai controlli dei VV.F. ai sensi dell'allegato I del d.p.r. 151/2011) devono essere rispettati alcuni criteri e prescrizioni:

- locali non interrati, non sovrastanti o sottostanti altri locali e aventi almeno due lati confinanti con spazio scoperti;
- separazioni REI 120 con altri ambienti;
- distanza dal più vicino fabbricato esterno non inferiore a 8 m (16 nel caso di alcune tipologie di attività esterne).

Le procedure in caso di emergenza, prevedono la conoscenza dei gas (tipologia) contenuti nelle bombole e il loro stato di conservazione all'interno delle stesse (gas compresso, liquefatto, refrigerato).

Avvertenza: tutte le bombole, in generale possono scoppiare (perdita di resistenza di un recipiente a pressione) ed esplodere (a seguito l'innescò del materiale infiammabile di riempimento a seguito di scoppio). In caso di rottura parziale o semplice lieve trafilamento di una valvola di una bombola di gas compresso e/o liquefatto, se avviene l'innescò del materiale fuoriuscito, in generale è bene non estinguere la fiamma prima dell'arrivo delle squadre VV.F., in quanto si potrebbero generare atmosfere esplosive.

In edilizia i lavori a caldo sono spesso caratterizzati da un aspetto di temporaneità (limitata durata) e a volte di precarietà.

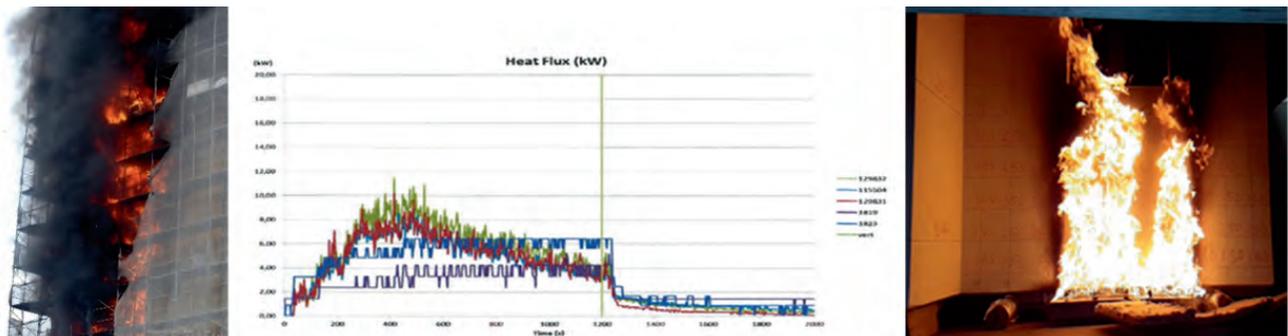
Di frequente, inoltre, gli ambienti in cui tali attività sono svolte sono maggiormente vulnerabili rispetto alla media.

Ne sono un esempio le attività che si svolgono in ambienti oggetto di restauro (legno secco e/o pezzatura minuta).

Altro esempio è fornito dalle facciate continue nei lavori di riqualificazione energetica (cosiddetto "cappotto"), con particolare riferimento al transitorio di posa in opera in assenza dello strato d'intonaco.

A tal fine sono state condotte delle campagne sperimentali, a cui hanno partecipato attivamente i laboratori della DCPST - VV.F., in cui si è studiato il comportamento di facciate a cappotto con e senza lo strato d'intonaco.

Il C.N.VV.F. da alcuni anni ha reso disponibili la "Linee Guida tecnica "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili" (allegata a Circolare DCPREV 5043 del 15 aprile 2013).



RISCHI NEL TRANSITORIO DI REALIZZAZIONE DI OPERE EDILI - FACCIATE "A CAPPOTTO"

Infine, le operazioni d'impermeabilizzazione mediante stesura in aderenza o semi-indipendenza di membrane bituminose (contenenti almeno il 51% di matrice bituminosa sul legante) con utilizzo di bruciatore a fiamma di GPL comportano la possibile esposizione degli addetti a fumi derivati dalla pirolisi del bitume.

In particolare il bitume riscaldato emette fumi contenenti una quantità variabile di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), presenti sia nel particolato che nei vapori aerodispersi.

Dal punto di vista tossicologico gli IPA, ad alte esposizioni o ad esposizioni protratte, hanno un'azione irritante su mucose e congiuntive ma soprattutto, ad alcuni di essi (quelli più pesanti costituiti da 4-5 anelli), è stato riconosciuto un rischio cancerogeno per la cute e l'apparato respiratorio.

Uno studio effettuato dalla regione Lombardia (valutazione dell'esposizione mediante misure di monitoraggio ambientale e biologico riferito all'assorbimento per via inalatoria o attraverso la cute) ha evidenziato che i valori di esposizione professionale a IPA durante l'impermeabilizzazione di superfici mediante stesura di guaina bituminosa, pur contenuti ed in buona parte sovrapponibili a quelli della popolazione generale, evidenziano differenze possibilmente ascrivibili alla tipologia di membrana bituminosa utilizzata.

1.4 Lavorazioni con uso di materiale esplosivo da cantiere

Gli esplosivi trovano sempre un maggior impiego in numerose attività di ingegneria civile e mineraria.

Si tratta di materiali, capaci di decomporsi molto rapidamente dando luogo ad una esplosione ovvero ad un fenomeno chimico-fisico che in un tempo molto breve, sviluppa notevoli quantità di energia attraverso la produzione di gas a pressione e temperature elevatissime, con effetti prevalentemente meccanici e acustici di rilevante intensità.

L'esplosione può essere innescata da un'azione esterna quale, una sorgente di calore, un impatto, per attrito oppure attraverso una combinazione di tali cause.

Per gli usi civili gli esplosivi sono azionati attraverso detonatori con accensione a fuoco o con accensione elettrica.

In ragione della notevole quantità di energia che gli esplosivi sono in grado di sprigionare, nell'ambito dei lavori civili e minerari, vengono usualmente adoperati per l'abbattimento di masse compatte di roccia o per attività di demolizione di costruzioni.

La potenza che un esplosivo è in grado di sprigionare, dipende principalmente dalla velocità di decomposizione e conseguentemente dalla quantità di gas sviluppati.

Tipicamente, in relazione alla velocità con cui avviene il fenomeno chimico-fisico di decomposizione, questi vengono divisi in:

- deflagranti - la deflagrazione è una combustione rapidissima, con velocità relativamente piccola (dell'ordine di centinaia di m/sec) ma progressiva, caratteristica degli esplosivi da lancio;
- detonanti - la detonazione è una reazione esplosiva, pressoché istantanea, caratterizzata da una velocità dell'onda esplosiva superiore a quella del suono.

I lavori comportanti l'uso di esplosivi, sono ricompresi tra quelli elencati nell'allegato XI del d.lgs. 81/08 e s.m.i. "Elenco dei lavori comportanti rischi particolari per la sicurezza e la salute dei lavoratori", oltre che tra le attività classificate a rischio d'incendio elevate ai sensi del d.m. 10 marzo 1998.

1.5 Altre cause d'incendio ed esplosione

Analizzando l'annuario statistico del C.N.VV.F. pubblicato nel 2019 che, elabora i dati delle schede d'intervento raccolti con l'applicativo STAT-RI Web, relative agli interventi di soccorso tecnico urgente effettuati dal C.N.VV.F., possiamo notare come relativamente all'analisi delle cause d'incendio ed esplosione, riferite in generale ad ogni tipologia di attività umana, vi siano oltre a quelle più note quali le cause di natura elettrica, anche:

- mozziconi di sigaretta;
- mancata adozione di misure precauzionali, di esercizio e di sicurezza;
- surriscaldamento di motori e macchine;
- autocombustione;
- fulmine;
- faville generate dallo sfregamento di parti meccaniche;
- scintille operate da lavorazioni di saldatura;
- probabile dolo.

E in effetti con specifico riferimento ai cantieri edili, tra le cause d'incendio si ritrovano con una certa frequenza:

- impianti elettrici provvisori;
- presenza di bracieri di fortuna;
- mozziconi di sigaretta;
- atti vandalici ovvero incendi dolosi.

Tralasciando le cause già trattate in precedenza, quali gli incendi di natura elettrica o le lavorazioni a caldo, guardiamo più nel dettaglio alcune delle cause d'incendio sopra elencate quali ad esempio i mozziconi di sigaretta.

Rispetto a questa specifica sorgente d'ignizione, il pericolo è generalmente amplificato dalla sottovalutazione del rischio ad essa legato, poiché si ritiene erroneamente che un mozzicone di sigaretta così come anche le faville prodotte da un braciere di fortuna adoperato per il riscaldamento, vengono ritenute inefficaci a generare un potenziale pericolo d'incendio.

La reale pericolosità dei mozziconi di sigaretta come possibili sorgenti d'ignizione non è molto conosciuta sebbene nella letteratura tecnica di settore, sono documentate una serie di prove volte a testare l'efficacia di tale sorgente rispetto a determinati materiali combustibili o infiammabili.

Le temperature massime raggiungibili all'interno della massa di tabacco di una sigaretta possono arrivare anche all'ordine dei circa 800°C, tuttavia queste decrescono rapidamente verso le parti più esterne rendendo minima l'energia di attivazione che tale sorgente è in grado di trasferire.

Si riporta di seguito un'immagine tratta dal testo "Scientific protocol for fire investigation" di John Lentini che bene rappresenta questo concetto.

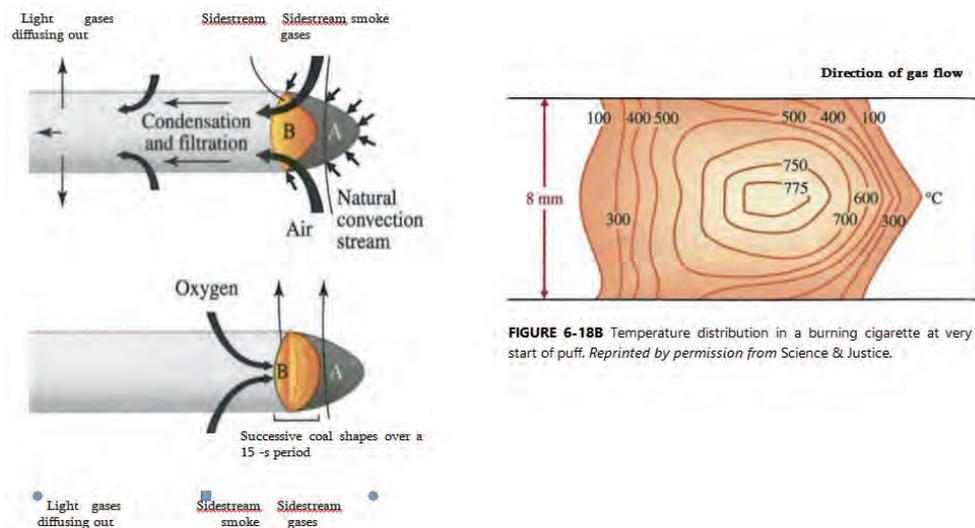


FIGURE 6-18B Temperature distribution in a burning cigarette at very start of puff. Reprinted by permission from Science & Justice.

TEMPERATURE RAGGIUNGIBILI ALL'INTERNO DELLA MASSA DI TABACCO DI UNA SIGARETTA

Alla luce di questi rilievi, un mozzicone di sigaretta può di fatto costituire una possibile sorgente d'ignizione se viene a contatto di materiali, quali ad esempio carta-cartone, materiali termoplastici, cotone in grado di trattenere il calore.

In queste circostanze infatti, grazie ad una mancata dispersione del calore, l'incendio può essere innescato a seguito del raggiungimento della temperatura di accensione dei suddetti materiali, temperatura dell'ordine di circa 200°C.

Si tratta in ogni caso di incendi caratterizzati da una fase iniziale di ignizione molto lenta e in quanto tali possono diventare pericolosi qualora si sprigionano in luoghi poco frequentati.

La reale pericolosità dei mozziconi di sigaretta è stata affrontata e a testimonianza di tale pericolosità, vi è stata l'immissione sul mercato di sigarette autoestinguenti.

Pertanto, questa specifica causa d'incendio non deve essere trascurata atteso che, bastano semplici regole di carattere comportamentale a scongiurarne gli effetti.

Caratteristiche del tutto simili, possono essere incendi scaturiti dalla proiezione di faville da focolari di fortuna realizzati nelle aree di cantiere al fine di riscaldare gli ambienti.

Anche in questi casi, piccole braci ancora incandescenti possono innescare un incendio se vengono a contatto con materiali combustibili a condizione che il calore in esse trattenuto non si disperda velocemente.

Cioè, come per il mozzicone di sigaretta, questa potenziale sorgente d'ignizione diventa efficace se al contrario l'energia termica posseduta si accumula consentendo a materiali cellulosici o termoplastici di raggiungere la temperatura di accensione e di sostenere la reazione di combustione una volta innescati.

Si tratta anche questa volta, in buona sostanza, di incendi caratterizzati da una fase iniziale di ignizione e crescita molto lenta e tipicamente con produzione di fumo.

Il rischio pertanto è legato alla difficoltà di individuare l'attivazione di questi incendi, nel loro stadio iniziale, incendi che potrebbero poi svilupparsi nel corso delle ore successive in luoghi non presidiati o nel periodo di interruzione delle attività lavorative.

Contrariamente a quello che si è portati a credere, non così efficaci risultano tali sorgenti rispetto alla possibilità d'innescio di vapori infiammabili generati ad esempio da una pozza di liquido infiammabile.

Caratteristiche del tutto diverse hanno invece gli incendi di natura dolosa, tipicamente caratterizzati sin dalla loro fase iniziale da uno sviluppo molto rapido e da una facile propagazione.

Non è casuale che tali incendi vengono solitamente prodotti attraverso l'uso di sostanze facilmente infiammabili o come usualmente vengono chiamate con acceleranti di fiamme.

Per questi eventi, caratterizzati dalla volontarietà dell'azione umana, nessuna attività è correttamente progettata con misure di prevenzione o protezione che al contrario sono sempre pensate per incendi che scaturiscono in una sola area o punto dell'attività.

Misure efficaci per contrastare questa tipologia di eventi, possono essere realizzate con la sorveglianza o la video sorveglianza delle aree di cantiere se non con apposite recinzioni per il controllo degli accessi, ma non da misure di protezione antincendio.

2. Individuazione delle principali misure di prevenzione e protezione

2.1 Misure di prevenzione e protezione in funzione delle sostanze depositate o in lavorazione

Nei luoghi di lavoro soggetti al d.lgs. 81/08 e s.m.i., così come disposto dal c. 2 dell'art. 46 "Prevenzione incendi" devono essere adottate idonee misure per prevenire gli incendi e tutelare l'incolumità dei lavoratori. I criteri con cui individuare:

- le misure intese ad evitare l'insorgere di un incendio ed a limitarne le conseguenze;
- le misure precauzionali di esercizio;
- i metodi di controllo e manutenzione degli impianti e delle attrezzature antincendio;
- i criteri per la gestione delle emergenze;
- le caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, compresi i requisiti del personale addetto e la sua formazione.

in attesa dei decreti del Ministero dell'Interno e del Lavoro, della salute e delle politiche sociali di cui al c. 3 dell'art.46, sono quelli di cui al d.m. 10 marzo 1998 "criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro".

Il rischio incendio definito nel d.m. 10 marzo 1998, come *probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di accadimento di un incendio e che si verifichino conseguenze sulle persone*, deve essere opportunamente valutato, individuando i pericoli d'incendio legati alle proprietà intrinseche di materiali, alle attrezzature e metodologie di lavoro e tenuto conto delle caratteristiche del luogo di lavoro quali ad esempio dimensione e numero di persone-lavoratori presenti e tale valutazione può essere fatta ai sensi dell'allegato 1 al decreto "Valutazione del rischio incendio".

All'esito di tale valutazione, devono essere adottate tutte quelle misure di mitigazione del rischio, quali misure preventive intese a ridurre la probabilità di insorgenza dell'incendio (cfr. allegato 2 del d.m. 10 marzo 1998 "Misure per ridurre la probabilità d'incendio") o protettive per mitigarne gli effetti.

La valutazione del rischio incendio, deve innanzitutto tener conto delle caratteristiche del luogo di lavoro. Nel caso dei cantieri temporanei o mobili di cui all'art. 89 del d.lgs. 81/08 e s.m.i., questi sono tipicamente caratterizzati da:

- variazioni continue della tipologia di lavoro in relazione allo stato di avanzamento del cantiere;
- presenza anche contemporanea di più imprese e/o lavoratori autonomi con possibili interferenze delle attività lavorative;
- presenza di materiali combustibili o infiammabili pericolosi ai fini dell'incendio/esplosione;
- presenza di attrezzature di lavoro o metodologie lavorative pericolose ai fini dell'incendio;
- utilizzo di equipaggiamenti provvisori i cui standard di sicurezza sono certamente inferiori a quelli relativi alle installazioni fisse.

La dinamicità che caratterizza tali luoghi impone:

- una valutazione del rischio, tra cui quello d'incendio già in fase di progettazione dell'opera, che tenga conto delle lavorazioni e loro interferenze, nonché delle caratteristiche dell'area in cui tali lavorazioni si svolgono e dell'organizzazione del cantiere;
- una verifica periodica delle valutazioni svolte che segua l'andamento dei lavori, aggiornando se del caso le valutazioni in ragione ad eventuali variazioni subentrate in corso d'opera.

Così come disposto dall'art. 90 "Obblighi del committente o del responsabile dei lavori" del d.lgs. 81/08 e s.m.i., lo strumento tipico attraverso cui si valutano e riducono i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori nei cantieri temporanei o mobili, è il "Piano di sicurezza e coordinamento" (PSC) di cui all'art. 100 del d.lgs. 81/08 e s.m.i., i cui contenuti minimi sono definiti nell'allegato XV.

Relativamente a tale allegato e in particolare con riferimento al punto 2.1 "contenuti minimi" del PSC, il piano di sicurezza e coordinamento deve contenere una relazione concernente l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi concreti, con riferimento all'area ed alla organizzazione del cantiere, alle lavorazioni e loro interferenze facendo in particolare attenzione ai rischi d'incendio o esplosione con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere lett. g) punto 2.2.3 allegato XV.

Ad esempio rispetto ai rischi connessi a lavorazioni interferenti, il PSC individua le prescrizioni operative per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni, indicando le misure preventive e protettive atte a ridurre al minimo tali rischi nonché le misure organizzative per l'organizzazione del servizio di pronto soccorso, antincendi ed evacuazione dei lavoratori.

In linea del tutto generale, i potenziali pericoli d'incendio sono connessi alla presenza di materiali combustibili e/o infiammabili che ordinariamente possono essere presenti all'interno di un'area di cantiere, quali ad esempio: *vernici, solventi, materiali plastici, materiali lignei, liquidi e gas infiammabili* nonché di sorgenti d'ignizione che possono essere rappresentate da lavorazioni che comportano l'uso di fiamme libere, la formazione di scintille, la generazione di fonti di calore quali ad esempio quelle che generano attriti, o ancora mal funzionamenti di impianti e apparecchiature alimentate elettricamente.

La valutazione dei pericoli intrinseci ai materiali, sostanze o miscele combustibili/infiammabili presenti in cantiere, comporta la necessità di tener conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei suddetti materiali, che possono essere ad esempio desunte dalle schede di sicurezza piuttosto che da certificazioni di prodotto.

Per valutare la pericolosità dei combustibili rispetto all'incendio, le caratteristiche principali da prendere in considerazione (alcune già introdotte in precedenza) sono: la *temperatura di accensione*, il *potere calorifico*, la *reazione al fuoco* dei materiali ovvero il grado di partecipazione al fuoco in termini di propagazione di un materiale in un principio di incendio e la pezzatura ovvero lo stato di suddivisione delle particelle che li compongono.

Di seguito una breve descrizione di queste principali caratteristiche:

- **potere calorifico:** è la quantità di calore (espresso in kcal o in milioni di joule - MJ) sviluppata dalla combustione di una quantità unitaria di combustibile.
Sulla base di tale parametro, è possibile valutare il carico d'incendio dei materiali combustibili presenti all'interno di un'area, ovvero la quantità di calore che si svilupperebbe dalla combustione completa dei suddetti materiali; è chiaro dunque che anche il carico d'incendio fornisce una precisa indicazione sulla pericolosità rappresentata dalla natura e quantità di materiali combustibili presenti in un'area, d'altronde è sulla base di tale parametro ovvero del carico d'incendio specifico (ossia per unità di superficie) che nell'ambito della normativa di prevenzione incendi si definiscono una serie di misure di protezione.
- **reazione al fuoco di un materiale:** rappresenta il grado di partecipazione al fuoco di un materiale combustibile, a sua volta caratterizzato da una serie di parametri tra cui i principali sono: *la velocità di propagazione delle fiamme, intesa come velocità con la quale il fronte di fiamma si propaga nel materiale, la capacità a sostenere la combustione una volta innescato (inclusa post combustione e incandescenza) e dalla presenza o meno di un fenomeno di gocciolamento, ovvero l'attitudine a formare gocce di materiale incandescente* in grado a loro volta di *innescare altri materiali combustibili*. La reazione al fuoco ha una sua classificazione secondo normative italiane (d.m. 26 giugno 1984) per cui i materiali sono classificati in classi da 0 a 5 via via crescenti partendo dai materiali incombustibili (classe 0), oppure secondo normative comunitarie UNI EN 13501-1 che vedono i materiali classificati nelle classi da A1, A2, B, ..., F via via crescenti a partire dai materiali incombustibili (classe A1).
Classificazione a parte è prevista per gli imbottiti (classi Italiane 1 IM, 2 IM e 3IM).
È chiaro dunque che dalla classe di reazione al fuoco di un materiale è possibile desumerne una pericolosità crescente con l'aumentare del grado di partecipazione al fuoco.
- Rispetto alla caratteristica di reazione al fuoco dei materiali, vale la pena ricordare che, nell'ambito dei cantieri temporanei o mobili, una buona parte dei materiali combustibili presenti sono "*prodotti da costruzione*" così come definiti dal *Regolamento (UE) N. 305/2011*, ovvero prodotti che in quanto incorporati in modo permanente in un'opera da costruzione, devono possedere delle caratteristiche tali da conferire all'opera requisiti di base, tra cui il *requisito di sicurezza in caso di incendio*.
Alcuni di questi prodotti, si pensi ad esempio a pannelli di materiale isolante termico o acustico, a guaine di materiali impermeabili, a rivestimenti ecc., qualora richiesto o ritenuto necessario, potrebbero essere caratterizzati da specifici requisiti di reazione al fuoco, al fine di conferire all'opera o a singole parti di questa il requisito di sicurezza all'incendio.
Ciò potrebbe accadere nel caso ad esempio in cui tali prestazioni fossero richieste da specifiche norme tecniche di prevenzione incendi o da specifiche di capitolato tecnico per la realizzazione dell'opera.
Le prestazioni di reazione al fuoco forniscono importanti indicazioni per la valutazione del relativo rischio d'incendio.
Si pensi ad esempio ad attività lavorative, quali la posa in opera di manti impermeabili con l'uso di fiamma libera.
Si tratta di lavorazioni che possono senz'altro essere caratterizzate da un elevato rischio d'incendio, tenuto conto del grado di partecipazione al fuoco dei materiali esposti alle sollecitazioni termiche e, in taluni casi, della configurazione geometrica delle strutture di copertura che potrebbe facilitare una rapida propagazione dell'incendio.
- **pezzatura di un materiale solido:** definita come il rapporto tra il volume e la sua superficie esterna. Se un combustibile ha una grande pezzatura vuol dire che le sue superfici a contatto con l'aria sono

relativamente scarse ed inoltre; è noto, infatti, che un piccolo pezzo di legno prende fuoco più facilmente rispetto ad un pezzo di legno grande.

In generale, la suscettibilità di prendere fuoco di un materiale solido è tanto maggiore quanto più piccole sono le particelle di cui è composto.

Per un combustibile solido diventa quindi fondamentale il suo stato di suddivisione.

Una grossa pezzatura comporta un basso rischio di incendio, mentre con una pezzatura piccola, lo stesso materiale risulta molto pericoloso: è ad esempio il caso del legno ridotto in piccoli trucioli rispetto ad un analogo volume compatto.

E questo anche a parità di sorgente d'ignizione, poiché un materiale solido finemente suddiviso ha bisogno anche di minor tempo, per raggiungere la sua temperatura di accensione, se esposto all'azione di una sorgente d'ignizione.

2.2 Gestione dell'accentrimento di sostanze depositate o in lavorazione all'interno del cantiere

La definizione di lay-out di cantiere è il risultato dello studio che parte dall'analisi del progetto e dall'indagine del sito, prosegue con la definizione delle risorse e delle interrelazioni tra le varie aree e servizi di cantiere e tra interno ed esterno.

L'allegato XV del d.lgs. 81/08 e s.m.i., sui contenuti minimi dei piani di sicurezza, conferisce importanza agli elaborati grafici sull'organizzazione del cantiere, indicando che le prescrizioni ai lavoratori vanno integrate da tavole e disegni esplicativi (almeno una planimetria con l'organizzazione del cantiere).

Si deve preliminarmente predisporre di un elenco di materiali, attrezzature, impianti e servizi logistici necessari per l'esecuzione dell'opera, successivamente si allocheranno queste risorse nell'area di cantiere. Questo lay-out di base sarà oggetto di verifiche tese ad accertare che ogni attività possa svolgersi entro spazi idonei e sufficientemente protetta dai rischi legati alle altre attività presenti.

La localizzazione delle aree di deposito deve essere studiata attentamente in modo tale che non risulti pregiudizievole per la viabilità interna, per le normali operazioni di movimentazione dei carichi e in modo che vengano rispettate le distanze tra le aree di deposito a rischio specifico di incendio.

Il deposito temporaneo di sostanze altamente infiammabili o esplosive (quali bombole di acetilene o GPL) deve essere assolutamente vietato nei locali interrati.

Sono da vietare depositi comuni in locali chiusi di sostanze che possono determinare miscele infiammabili o esplosive, quali l'ossigeno o l'acetilene.

Le bombole piene devono essere separate da quelle vuote.

La realizzazione dei depositi di prodotti chimici, anche se non sono classificati come pericolosi, deve rispettare alcune regole base per prevenire i rischi per i lavoratori.

È necessario attenersi alle indicazioni fornite dal produttore nelle schede tecniche dei materiali e/o delle sostanze da stoccare.

Tutti i prodotti/agenti chimici devono essere conservati nelle confezioni originali e particolare attenzione deve essere posta all'incompatibilità tra prodotti diversi e quindi alla necessità di stoccaggio separato.

A seconda dei casi, può essere richiesta la conservazione in recipienti ben chiusi, al riparo da fonti di calore, o da fiamme libere, o da scintille, o da cariche elettrostatiche, o dal gelo.

I liquidi infiammabili dovrebbero essere stoccati in bidoni di sicurezza di cui periodicamente andrebbe verificata l'integrità.

La quantità dei prodotti nelle zone di preparazione ed utilizzo deve essere ridotta allo stretto indispensabile.

L'uso di materiali combustibili o infiammabili, associato all'uso di attrezzature elettriche o a fiamma libera o a comportamenti sconsiderati da parte del personale (es.: fumo), innalzano il livello di rischio incendio nel cantiere.

In genere, il rischio incendio nei cantieri può essere scongiurato con piccoli accorgimenti organizzativi e tecnici.

Uno di questi consiste nel distribuire quanto più possibile i materiali combustibili o infiammabili in modo da ridurre al minimo il carico di incendio.

Per quanto concerne i depositi, è bene ricordare che quando si superano i quantitativi di determinati materiali stoccati in cantiere (d.p.r. 151/11) è obbligatorio presentare una SCIA (Segnalazione Certificata di Inizio Attività) al Comando Provinciale VV.F. competente per territorio (si rimanda per i dettagli al capitolo dedicato).

I depositi di materiali con rischio incendio in cantiere possono riguardare:

- deposito di bitume;
- deposito GPL (serbatoio);
- deposito GPL (bombole);
- deposito liquidi combustibili;
- deposito vernici, solventi, collanti;
- deposito carburante;
- deposito legname e in generale di combustibili solidi;
- deposito ossigeno;
- deposito acetilene;
- deposito materiale di scarto.

I principali riferimenti normativi per ciascuna delle tipologie di stoccaggio sopra evidenziate saranno descritti al capitolo 4.



2.3 Stoccaggio ed uso di gas compressi e liquefatti e di liquidi infiammabili

Lavorazioni pericolose ai fini antincendio, nell'ambito dei cantieri edili, sono ad esempio quelle rappresentate dall'utilizzo di liquidi infiammabili quali ad esempio vernici contenenti solventi nonché di gas infiammabili. Tali prodotti, soprattutto nel caso in cui vengono adoperati all'interno di luoghi chiusi non adeguatamente ventilati, possono dar luogo alla formazione di miscele aria-vapori o aria-gas, infiammabili comprese nel campo di infiammabilità della sostanza.

Il campo di infiammabilità della sostanza ovvero l'intervallo di concentrazione percentuale massima e minima di un gas o del vapore miscelato con aria che in presenza d'innesco dà luogo ad una combustione.

Sostanza	Flash Point (°C)	T Auto-ignizione (°C)	Campo inf. (%)
Metano	-188	537	5 ÷ 15
Etano	-135	472	3 ÷ 12,4
Propano	-104	470	2,2 ÷ 9,5
Butano	-60	365	1,9 ÷ 8,5
Metanolo	11	385	6 ÷ 36
Acetilene	Gas	305	2,5 ÷ 81
Idrogeno	Gas	500	4 ÷ 75
Benzina	-45	257 ÷ 280	1,4 ÷ 7,6
Diesel	38 ÷ 62	254 ÷ 260	0,4 ÷ 7

I suddetti parametri consentono di avere una percezione della pericolosità intrinseca della sostanza. Anche in questa circostanza, misure preventive sono rappresentate dalla sostituzione del prodotto con altre miscele meno pericolose, caratterizzate ad esempio da valori più alti della temperatura di infiammabilità o da un ristretto campo di infiammabilità.

Così come ulteriori misure preventive sono rappresentate dalla messa in opera del prodotto in assenza di sorgenti d'ignizione, quali potrebbero essere quelle rappresentate da altre lavorazioni quali taglio, saldatura, ecc.

Proprio quest'ultima considerazione fornisce un esempio concreto di come la corretta predisposizione di un piano di sicurezza e coordinamento, volto ad eliminare potenziali rischi tra lavorazioni interferenti, possa rappresentare un importante strumento di prevenzione.

In quei luoghi dove vengono impiegate miscele infiammabili, particolare attenzione va posta anche all'esistenza di un'adeguata ventilazione dei locali.

Una sufficiente ventilazione rappresenta di fatto una misura di prevenzione volta ad evitare la formazione di concentrazioni di sostanza infiammabile tale da essere ricomprese nel campo d'infiammabilità.

Accanto a tali misure, possono poi essere affiancate operazioni di monitoraggio delle condizioni ambientali nei luoghi di lavoro con sistemi di rivelazione di composti organici volatili, come ad esempio quelle svolte con strumentazioni campali quali *photo ionization detector* (P.I.D.), al fine di verificare l'assenza di concentrazioni pericolose.

Lavorazioni che comportano la formazione di sostanze infiammabile (vapori o gas), devono essere valutate anche rispetto al rischio esplosione.

È noto infatti che in particolari condizioni, di concentrazione in volume dei vapori/gas infiammabili oltre al congestionamento degli ambienti di lavoro, la reazione di combustione potrebbe essere particolarmente veloce al punto da originare deflagrazioni, dove l'effetto termico è secondario rispetto agli effetti barici generati dalla propagazione di onde di sovrappressione.

In tali circostanze, misure preventive e protettive ulteriori, sono rappresentate dall'impiego di DPI, attrezzature ed impianti idonei ad essere impiegati in luoghi con formazione di atmosfere potenzialmente esplosive, realizzazione di superfici di sfogo "*venting*", costituite da elementi facilmente cedevoli per lo sfogo delle sovrappressioni.

Al fine di limitare il pericolo di incendio e/o esplosione che possono derivare da tali materiali, o minimizzare il rischio nel caso questi accadano, occorre individuare delle apposite aree o locali per il loro stoccaggio.

Sulla base della tipologia e caratteristiche dei liquidi infiammabili, dei quantitativi presenti e i volumi disponibili, tali depositi possono rientrare tra le attività previste dal d.p.r. 151/2011 in tema di controlli di prevenzione incendi e quindi essere soggetti agli obblighi da esso derivanti.

La pericolosità dei depositi di materiali combustibili liquidi richiede l'adozione di specifiche misure di sicurezza, procedure e criteri per una prevenzione efficace a partire dalla scelta dei luoghi, nella gestione e nello svolgimento delle attività ad essi connesse.

I locali o le aree da adibire al deposito di materiali combustibili liquidi e alla loro distribuzione devono essere individuati già nella fase di progettazione del layout del cantiere in modo da evitare, per quanto possibile, spostamenti in momenti successivi, compatibilmente all'estensione areale del sito produttivo e le tempistiche previste per il completamento delle attività.

Nel deposito adibito allo stoccaggio dei materiali combustibili liquidi non vanno immagazzinati altri materiali come i solidi combustibili, GPL e gas compressi nonché ogni altra sostanza che possa aumentare il carico d'incendio, o elevare la pericolosità dei fenomeni eventuali anche in termini di tossicità.

Essi troveranno collocazione in depositi separati.

Il deposito può essere localizzato in fabbricati, aree recintate sotto tettoia per evitare l'esposizione diretta alla luce solare, ma sono possibili altre soluzioni, tipo moduli prefabbricati in materiale idoneo non combustibile, purché dotati di adeguata aerazione naturale che impedisca la formazione di livelli pericolosi di vapori al loro interno.

La formazione di atmosfere esplosive deve essere, infatti, opportunamente considerata quando i materiali combustibili liquidi, in particolar modo quelli con basse temperature di infiammabilità, sono stoccati al chiuso.

Al fine di limitare tale eventualità sono da preferire, pertanto, le aree delimitate all'aperto.

I dispositivi elettrici come lampade, interruttori, fari ecc. presenti nei depositi con rischio di formazione di atmosfere esplosive devono essere di tipologia idonea a tali ambienti, installati da personale competente e regolarmente controllati ed ispezionati per evitare che diventino potenziali sorgenti di innesco.

Una corretta segnaletica di sicurezza deve essere apposta esternamente per identificare le sostanze liquide presenti all'interno del deposito, l'indicazione della classe di fuoco, l'ubicazione dei mezzi di estinzione portatili che devono essere sempre previsti ed appropriati alla natura del fuoco.

Allo stesso modo all'interno del deposito i serbatoi, i fusti e i contenitori che contengono i liquidi combustibili devono essere etichettati e correttamente immagazzinati per evitare danneggiamenti e perdite.

Nel deposito e nelle aree adiacenti, per ridurre ogni occasione di innesco, deve essere rigidamente osservato il divieto di fumo, di fiamme libere, di lavorazioni a caldo e di ogni altra attività considerata pericolosa, come ad esempio l'utilizzo di telefoni cellulari.

Qualunque sia la tipologia costruttiva del deposito, questo deve essere adeguatamente distanziato dagli edifici in costruzione e/o in ristrutturazione, dalle unità abitative temporanee eventualmente presenti in cantiere, da altre installazioni in genere e dalle vie di esodo, prediligendo zone in cui è valutato al minimo il rischio di collisione da parte dei mezzi di cantiere.

In caso di spazi ristretti o quando appare concreta tale possibilità, occorre prevedere l'apposizione, per quanto possibile, di barriere efficaci tra l'area di stoccaggio e le zone in cui i mezzi operano.

Nel caso di cantieri con grossi quantitativi di liquidi infiammabili presenti nel sito devono essere previsti spazi adeguati, in prossimità del deposito, per l'intervento eventuale dei VV.F. per le operazioni di spegnimento in caso di incendio.

Il sito adibito a deposito, a meno che non sia di dimensioni davvero limitate, indipendentemente dalla tipologia prescelta, deve prevedere adeguate vie di esodo, per numero e tipologia, affinché gli operatori non rimangano intrappolati in caso di incendio.

Le uscite di emergenza saranno tenute opportunamente sgombre durante gli orari di attività.

L'accesso al deposito dovrebbe essere ristretto solamente a una parte del personale, autorizzato, adeguatamente informato e formato sulle procedure di stoccaggio e movimentazione di liquidi combustibili ed infiammabili.

Negli orari di inattività e chiusura del cantiere l'intero sito, e in particolare i depositi di materiali infiammabili, devono essere chiusi in modo sicuro per impedire l'accesso di persone non autorizzate e per ridurre la vulnerabilità delle installazioni ad atti di incuria, vandalismo o di incendio doloso.

È fondamentale ridurre le quantità di materiali combustibili in deposito, o quanto meno evitarne accumuli non necessari, per diminuire le possibilità che si verifichi un incendio o limitarne, eventualmente, la sua estensione.

Per tale motivo il deposito di materiali combustibili richiede una gestione che bilanci i bisogni della produttività del cantiere con quelli della riduzione del rischio di incendio attraverso un corretto piano di approvvigionamento con ordini proporzionati ai consumi.

Occorre evitare la presenza diffusa di materiali liquidi infiammabili nell'area di cantiere, e soprattutto all'interno degli edifici in costruzione.

Quando è necessario stoccare questi materiali all'interno le quantità devono essere ridotte al minimo necessario a soddisfare il fabbisogno giornaliero.

Per lo stoccaggio in sicurezza di quantitativi esigui di materiali liquidi infiammabili come vernici, solventi, diluenti e collanti possono adeguatamente prestarsi allo scopo piccoli armadi o gabbie metalliche posizionate, però, in aree dell'edificio che, in caso di incendio, non minaccino la sicurezza delle maestranze presenti sul sito o nelle aree immediatamente adiacenti, evitando per questo di porre, ad esempio, un deposito di vernici in prossimità di uscite di emergenza o altre vie di fuga come scale e passaggi obbligati.

Per quanto riguarda i combustibili per le macchine operatrici, bisogna ridurre al minimo i quantitativi di tali materiali in diverse aree del cantiere al di fuori del deposito, e solamente se necessario, utilizzando per il trasporto e stoccaggio temporaneo autobotti, serbatoi e contenitori idonei e rispondenti alle normative vigenti. In ogni caso i fusti di benzina non devono essere tenuti o usati all'interno degli edifici o lungo le vie di esodo predisposte in cantiere.

Le attività connesse alla gestione e alla distribuzione dei combustibili liquidi, svolte all'interno del deposito o nelle immediate adiacenze, richiedono l'adozione di ogni ragionevole precauzione in termini di prevenzione incendi, tra cui possono elencarsi le seguenti:

- deve essere evitato ogni spargimento di combustibili, per cui ogni perdita o fuoriuscita accidentale di liquidi infiammabili, seppur minima, deve essere prontamente risolta ed eliminata in sicurezza;
- per il prelievo da grandi contenitori occorre usare adeguati strumenti ed evitare di far ricorso ai travasi, prevedendo eventualmente dei bacini di contenimento;
- nel caso in cui durante lo svolgimento di tali attività gli abiti da lavoro si imbevano incidentalmente di liquidi infiammabili devono essere cambiati con altri puliti;
- nei depositi in cui possono svilupparsi atmosfere esplosive particolare attenzione va posta nell'utilizzo di macchine ed utensili che potrebbero diventare causa di innesco;
- il funzionamento e il rifornimento delle macchine, soprattutto se a benzina, non devono aver luogo in spazi chiusi e quindi all'interno dei depositi di combustibili, ma in aree esterne ad essi, ben ventilate naturalmente e appositamente adibite;
- i materiali liquidi infiammabili devono essere strettamente usati per la loro finalità; non è infrequente, infatti, l'uso improprio di benzina come agente pulente o sgrassante di utensili in cantiere o, ancor peggio, per accendere agevolmente un fuoco.

Il rispetto dei requisiti di sicurezza nella installazione di un deposito di materiali combustibili liquidi e l'adozione di procedure di lavoro mirate al miglioramento della sicurezza esposte in precedenza, contribuiscono a mitigare fortemente il rischio di incendio e/o esplosione in cantiere per la salvaguardia delle persone e dei beni.

2.4 Depositi di rifiuti combustibili o infiammabili

La valutazione del rischio incendio delle attività di cantiere deve chiaramente comprendere anche quella delle aree di deposito di rifiuti combustibili-inflammabili.

Fatta eccezione infatti, per i rifiuti di materiale inerte quali calcinacci, laterizi, materiali ferrosi, ecc., all'interno dei cantieri possono determinarsi significativi accumuli di materiali combustibili caratterizzati da un elevato rischio, soprattutto in quei casi in cui non viene posta la dovuta attenzione ad una corretta gestione dei rifiuti prodotti.

Elevati carichi d'incendio comportano l'individuazione di aree di cantiere con caratteristiche idonee ad evitare ad esempio che in caso d'incendio possano attivarsi fenomeni di propagazione dell'incendio verso altre strutture.

Pertanto in linea generale, nei casi in cui lo stoccaggio dei materiali di risulta delle lavorazioni avviene in un luogo all'aperto, una misura tipica per evitare meccanismi di propagazione dell'incendio è l'interposizione di distanze di separazione tra l'area di deposito e quelle limitrofe.

A tal riguardo, si segnala un metodo di calcolo abbastanza speditivo, ovvero quello di cui alla procedura per la determinazione tabellare o analitica, descritta nella misura antincendio della compartimentazione S.3 del Codice di prevenzione incendi di cui al d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i.

Ulteriori misure di mitigazione del rischio sono rappresentate dallo stoccaggio di rifiuti all'interno di contenitori metallici, che consentono di limitare l'effetto di propagazione dell'incendio all'interno di uno stesso cumulo in conseguenza di minor apporti d'aria oltre che verso ambiti limitrofi.

Qualora l'area di deposito dovesse essere realizzata all'interno di ambienti chiusi, la misura di mitigazione principale a cui ricorrere è la realizzazione di un compartimento antincendio di caratteristiche tali da poter contrastare gli effetti di un eventuale incendio verso gli ambiti limitrofi.

La procedura di valutazione del rischio dei depositi di rifiuti deve tener conto delle caratteristiche di pericolo delle sostanze depositate al loro interno, caratteristiche non necessariamente coincidenti con quelle dei materiali di origine.

Pensiamo ad esempio a lavorazioni che potrebbero dar luogo alla produzione di materiali di scarto tali da cambiarne le caratteristiche fisiche del materiale di provenienza come lo stato di pezzatura a seguito di lavorazioni di taglio, oppure a variazioni delle caratteristiche chimiche per effetto dell'applicazione di prodotti di lavorazione su un materiale di base, quali ad esempio applicazioni di vernici o solventi.

Ma nelle aree di deposito, bisogna tener conto della compatibilità dei diversi rifiuti stoccati all'interno di un medesimo spazio per evitare ad esempio che sostanze incompatibili tra loro, potrebbero dar luogo a reazioni incontrollate con conseguente incremento dei fattori di rischio.

È fatto divieto nelle aree di deposito, miscelare ad esempio rifiuti pericolosi con differenti caratteristiche di pericolosità ovvero miscelare rifiuti pericolosi con rifiuti non pericolosi.

Ovviamente i quantitativi di rifiuti pericolosi e non pericolosi stoccati nelle aree di deposito, devono rispettare i limiti imposti dalla normativa di riferimento (art. 183 c. 1 lett. m ex d.lgs. 152/2006 e s.m.i.) per i depositi temporanei definiti come il raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti.

Si riportano di seguito alcune delle misure di prevenzione e mitigazione del rischio, contenute nelle circolari ministeriali relative alla *“Linee guida per la gestione operativa degli stoccaggi negli impianti di gestione dei rifiuti e per la prevenzione dei rischi”*:

- per i rifiuti liquidi, questi devono essere stoccati in serbatoi ovvero contenitori a norma, in bacini a tenuta per il contenimento di eventuali sversamenti in fase di movimentazione dei contenitori o di rottura dei medesimi, mentre i rifiuti di natura solida possono essere stoccati anche in cumuli di altezza variabile;
- per ridurre i danni conseguenti a possibili incendi, bisogna evitare eventuali fenomeni di autocombustione, garantendo un'adeguata ventilazione degli ambienti, limitando le altezze dei cumuli;
- le aree di deposito dei rifiuti devono essere adeguatamente contrassegnate al fine di rendere nota la natura e la pericolosità dei rifiuti, con apposizione di tabelle per le norme di comportamento del personale addetto alle operazioni di stoccaggio;
- è necessario individuare e rendere disponibili presidi antincendio in relazione alle valutazioni del rischio con personale antincendio formato e addestrato all'uso, per la gestione delle emergenze secondo le procedure individuate nel piano di emergenza interno.



2.5 Gestione delle lavorazioni con sorgenti di fonte di calore

In tutte le lavorazioni che possono dar luogo allo sviluppo di calore, quali ad esempio quelle che prevedono l'utilizzo di fiamme libere, ma anche lavorazioni di taglio, abrasione, levigatura, smerigliatura, ecc. la valutazione del rischio incendio deve essere volta a verificare, tra le tante cose, che l'energia prodotta nel corso dell'attività non sia in grado di innescare un incendio nei materiali combustibili posti nelle immediate vicinanze dell'area all'interno della quale è svolta la lavorazione.

A tal fine dovrà essere caratterizzata la sorgente d'ignizione, determinando l'energia che da questa può essere sprigionata, attraverso ad esempio la raccolta di dati quali: potenza termica, energia radiante emessa, valore massimo della temperatura raggiunta nel corso della lavorazione, verifica della proiezione o meno di scintille, ecc.

Quest'ultimi dati andranno poi confrontati con quelli che caratterizzano i materiali combustibili posti a contatto o nelle immediate vicinanze della sorgente, quali: temperatura di accensione, flusso termico radiativo in corrispondenza del quale il materiale può essere innescato, grado di partecipazione al fuoco, ecc.

A titolo esemplificativo, nella tabella seguente si riportano gli effetti di flussi termici radiativi così come desumibili dalla letteratura tecnica di riferimento:

Irraggiamento termico (kW/m ²)	Effetto corrispondente
1,00 ÷ 1,50	Irraggiamento solare
1,40	Limite di sicurezza per persone vestite esposte per lungo tempo
5,00	Danni per operatori con indumenti di protezione esposti per lungo tempo
9,50	Dolore tollerabile dalle persone solo per pochi secondi
12,50	Danni o fusioni di elementi in plastica
25,00	Ignizione senza fiamma pilota di elementi in legno
26,00	Innesco incendi di materiali infiammabili
40,00	Danneggiamento strutture in acciaio
60,00	Danneggiamento strutture in calcestruzzo

Ad esempio, per verificare che l'irraggiamento termico a bersaglio, emesso da una data sorgente di calore quale la fiamma di un cannello alimentato a gas, non superi un determinato "valore soglia" può essere adoperata la relazione:

$$E \cdot F \cdot \epsilon_f < E_{\text{soglia}}$$

dove:

- E è la potenza termica radiante della sorgente;
- F è il fattore di vista;
- ϵ_f è l'emissività della fiamma.

Calcolando la potenza termica radiante attraverso la legge di Stefan-Boltzmann:

$$E = \sigma \cdot T^4$$

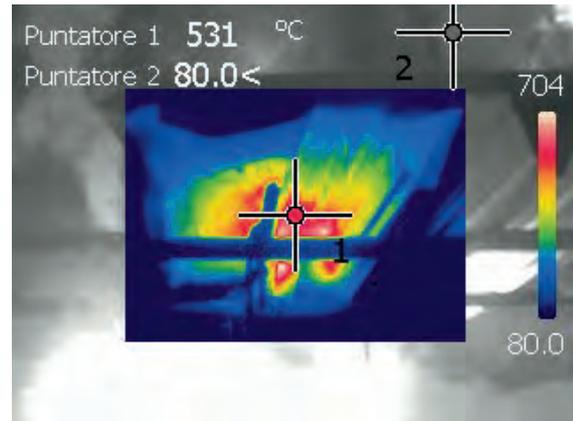
dove:

- $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°K}^4\text{]}$
- T è la temperatura della sorgente [°K]

Ponendo per una prima verifica speditiva, unitari i valori dei coefficienti F ed ϵ_f .

Rispetto invece alla possibilità che un incendio possa attivarsi per effetto di un meccanismo di trasmissione del calore per conduzione termica, pensando ad esempio a lavorazioni che potrebbero comportare il riscaldamento di superfici metalliche a contatto con materiali combustibili, è necessario determinare la temperatura massima raggiungibile dal corpo caldo, verificando che risulti inferiore alla temperatura di autoaccensione del materiale combustibile posto a diretto contatto con la sorgente.

Nelle foto di seguito riportate, si dà evidenza come il riscaldamento di una lamiera metallica grecata con l'applicazione di una fiamma libera prodotta da un cannello alimentato a gas, dopo un intervallo di circa un minuto, dà luogo al raggiungimento di una temperatura della lamiera nel punto di applicazione della fiamma pari a circa 530°C (monitorata con termo camera) e al successivo innesco del pannello di polistirene posato sull'estradosso della lamiera.



ATTIVITÀ SPERIMENTALE VV.F.



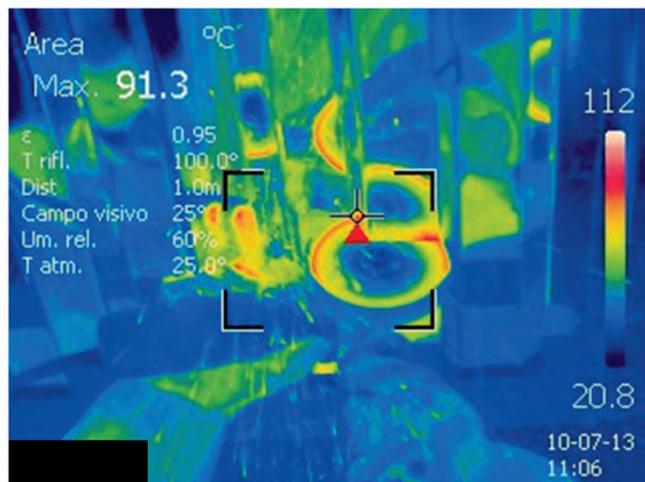
ATTIVITÀ SPERIMENTALE VV.F.

Ulteriori strumenti attraverso cui poter operare specifiche valutazioni del rischio incendio, potrebbero essere rappresentati dalla realizzazione di prove sperimentali.

Si potrebbero eseguire cioè valutazioni su potenziali lavorazioni pericolose, riproducendo su limitate porzioni di materiale le lavorazioni stesse.

A titolo d'esempio, la foto successiva illustra un'operazione di taglio di una lamiera metallica attraverso una smerigliatrice che genera formazione di scintille.

Nell'esempio i test di prova svolti hanno consentito di verificare la possibilità d'innesco di un principio d'incendio nel materiale coibente posto all'estradosso della lamiera per effetto del surriscaldamento della stessa e in ragione della proiezione di scintille formatesi durante le operazioni di taglio.



ATTIVITÀ SPERIMENTALE VV.F.

2.6 Il permesso per i lavori a caldo

“Il permesso di lavoro a caldo rappresenta una modalità organizzativa per affrontare questa tipologia di lavorazione e gestirne i rischi connessi.

Costituisce un documento scritto che concede il formale permesso di eseguire una lavorazione dopo che sono state effettuate le più idonee valutazioni sulla sua compatibilità con il profilo di rischio incendio presente nell’ambiente. In sostanza, prima di intraprendere l’attività, la persona che effettua la lavorazione lo deve compilare con la collaborazione del Servizio di prevenzione e protezione dell’azienda di riferimento, che a sua volta provvedere a sottoscriverlo per approvazione. In molti casi, il permesso è strutturato in due copie, di cui una la trattiene il lavoratore incaricato che la espone come avviso delle operazioni in svolgimento.”¹

Un “*permesso per lavori a caldo*” è richiesto per ogni attività di manutenzione o comunque non produttiva che implichi taglio, saldatura, molatura, fiamme libere o altri strumenti che producano calore e/o scintille e che non avvenga in un’area permanentemente identificata.

Tali attività includono l’utilizzo di strumenti di saldatura elettrici, ossiacetilenici, laser o simili o strumenti da taglio, smerigliatrici, torce o lampade riscaldanti (inclusi i soffiatori d’aria calda) per attività di brasatura, saldatura, scongelamento tubazioni, sia che si tratti di strumentazione fissa o portatile, posta a terra o bloccata.

Il permesso deve essere mostrato nella zona dove avviene l’attività a caldo e ritirato al momento del suo completamento.

Gli aspetti che usualmente devono essere considerati in un permesso di lavoro a caldo sono quelle di seguito riportati:

- Richiesta per attività a caldo (SPP, Servizio di prevenzione e protezione): viene indicata la ditta esecutrice, i nominativi dei lavoratori previsti, la zona coinvolta nelle attività a caldo, la descrizione specifica della tipologia di attività a caldo e la strumentazione da utilizzare;
- Durata del permesso (SPP);
- Informazioni di emergenza (SPP);
- Autorizzazione del responsabile lavori a caldo (operativo): prima di rilasciare l’autorizzazione (firmando il permesso di lavoro), il responsabile deve ispezionare l’area e verificare che siano poste in atto e garantite le precauzioni generali che prevedono il controllo dell’area di lavoro:
- Verifica dell’area di lavoro durante le attività a caldo e almeno un’ora dopo il termine (operativo);
- Verifica degli strumenti per i lavori a caldo e dei sistemi di allarme (operativo);
- Controllo dell’area di lavoro al termine delle attività (operativo).
- L’area di lavoro e quelle adiacenti che potrebbero esser state raggiunte dalle scintille, inclusi i piani sovrastanti e sottostanti quello di lavoro nonché le aree oltre i muri, devono essere verificate e libere da materiali incandescenti o fiamme.
- I sistemi di protezione antincendio ed i sistemi di rivelazione devono essere ripristinati. I materiali di scarto, così come i residui di saldatura, devono essere rimossi e posti in zone sicure così come tutti gli strumenti, incluse le bombole, devono essere rimossi e riposti in zone sicure.
- Completamento dell’attività e messa in sicurezza dell’area (personale specificamente addestrato). Ronda di controllo finalizzata al controllo che l’attività e quelle limitrofe siano in sicurezza (con indicazione dell’orario di effettuazione del controllo);
- Verifica finale e chiusura del permesso: Il responsabile del controllo finale (diverso dalle precedenti figure) deve verificare e firmare il permesso;
- Il controllo finale dell’area dove si è svolta l’attività di lavoro a caldo deve essere svolto tra una e quattro ore dopo il termine delle operazioni, controllando anche tutte le aree adiacenti potenzialmente coinvolte dalle scintille, inclusi i piani sottostanti, superiori e le aree oltre muri posti in prossimità, verificando l’assenza di materiale incandescente o fiamme, così come eventuali anomalie e la riattivazione di impianti antincendio di protezione attiva.

¹ Stefano Zanut (C.N.VV.F.) - “Lavori a caldo - Procedure operative in sicurezza per utilizzare fiamme libere in cantiere - articolo su “Lavoro sicuro” - www.ambientesicurezza.ilsole24ore.com

2.7 Riduzione dei pericoli causati dalla presenza di materiali combustibili o infiammabili

Così come richiamato dallo stesso d.m. 10 marzo 1998, la riduzione del pericolo d'incendio può essere operata applicata una o più delle seguenti misure:

- eliminazione oppure riduzione dei quantitativi dei materiali facilmente combustibili/infiammabili;
- sostituzione dei materiali pericolosi con altri materiali meno pericolosi;
- deposito dei materiali infiammabili o facilmente combustibili in luoghi idonei;
- eliminazione dei rifiuti o scarti, attraverso un costante controllo e pulizia dei luoghi di lavoro per evitare accumuli di materiali combustibili;
- rimozione delle possibili fonti d'ignizione non necessarie;
- sostituzione delle sorgenti di calore quali quelle rappresentate da apparecchiature di lavoro con altre più sicure;
- schermaggio delle sorgenti d'ignizione rappresentate da particolari lavorazioni, tramite distanze di separazione o elementi resistenti al fuoco;
- controllo e manutenzione delle apparecchiature/attrezzature di lavoro elettriche o meccaniche;
- realizzazione di impianti elettrici di cantiere a regola d'arte;
- divieti d'uso di fiamme libere o di particolari lavorazioni in aree a rischio d'incendio specifico.
- messa a terra di impianti, strutture e masse metalliche per evitare la formazione di cariche elettrostatiche;
- Ventilazione degli ambienti in presenza di vapori, gas o polveri infiammabili;
- Controllo della fruibilità delle vie di esodo;
- Informazione e formazione dei lavoratori;
- Controlli sulle misure di sicurezza disposte;
- ecc.

Un ulteriore utile riferimento all'insieme delle misure preventive e protettive per la riduzione del rischio incendio, è quello rappresentato dal *documento interpretativo sul requisito essenziale di sicurezza in caso d'incendio* dell'attuale regolamento prodotti da costruzione.

In tale documento infatti, del quale si riporta una breve sintesi, *in relazione alla verifica delle prestazioni delle opere di costruzione per quanto riguarda il requisito essenziale "Sicurezza in caso di incendio"*, sono indicate in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere, le conseguenti misure per il raggiungimento degli stessi. Ad esempio, rispetto alla:

"Limitazione dello sviluppo e della propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere di costruzione", gli obiettivi da perseguire, sono:

- ritardare lo sviluppo dell'incendio e la propagazione del fuoco e del fumo nelle opere, in modo da lasciare agli occupanti prossimi e distanti dal luogo di ignizione il tempo sufficiente per mettersi in salvo;
- consentire alle squadre antincendio e di soccorso di domare l'incendio prima che questo assuma proporzioni maggiori.

e tali obiettivi possono essere conseguiti nel modo seguente:

- prevenendo l'ignizione iniziale;
- limitando lo sviluppo e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno del locale di ignizione;
- limitando la propagazione del fuoco e del fumo nelle altre parti dell'edificio.

Come noto, non tutti i materiali combustibili presentano uno stesso grado di partecipazione al fuoco, al contrario materiali diversi possono essere caratterizzati da comportamenti al fuoco del tutto differenti tra loro ovvero, come suole dirsi, da una diversa *classificazione* di reazione al fuoco.

Esistono ad esempio materiali incombustibili (tipicamente quelli privi di componenti organiche) in classe 0 di reazione al fuoco secondo classificazione italiana (d.m. 26 giugno 1984), oppure in classi di reazione al fuoco A1 secondo il sistema europeo di classificazione di Reazione al Fuoco (Euroclassi) relativo ai prodotti da costruzione introdotto dalla Decisione della Commissione dell'Unione Europea n. 2000/147/CE modificata con successiva Decisione n. 2003/632/CE e, materiali non classificati ovvero senza alcuna performance di reazione al fuoco e tra questi due estremi, tutta una gamma di prodotti con classificazioni intermedie.

Qualora le valutazioni del rischio d'incendio, di talune lavorazioni, portassero a ritenerlo non trascurabile, vanno successivamente individuate misure di mitigazione volte ad operare una riduzione dei livelli di rischio.

Tra le suddette misure, così come richiamato dal d.m. 10 marzo 1998, si potrebbe pensare alla sostituzione delle lavorazioni pericolose con altre più sicure qualora possibile.

A titolo d'esempio, relativamente alla posa in opera di un manto impermeabile bituminoso con lavorazioni a caldo attraverso l'uso di fiamme libere, si potrebbe pensare a sistemi di incollaggio a freddo delle membrane bituminose.

Operazione quest'ultima certamente più sicura ai fini antincendio, atteso che l'uso di fiamma libera sarebbe in questi casi limitato ad operazioni di giunzioni tra strati di guaina.

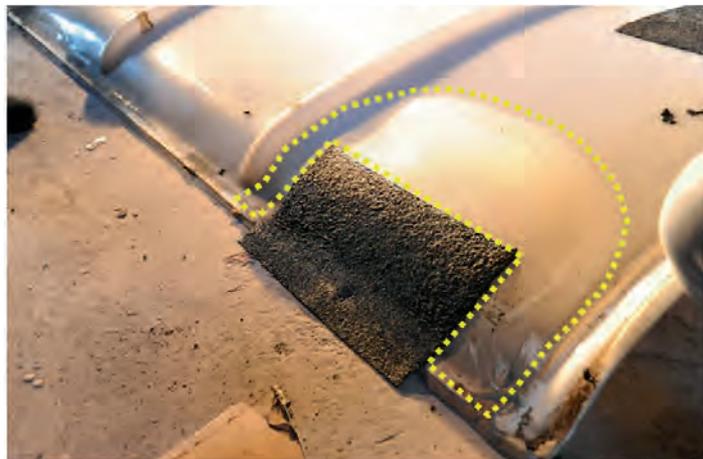
Ma potrebbero altresì essere attuate misure preventive quali, a parità di lavorazioni, l'impiego di materiali combustibili caratterizzati da un minor grado di partecipazione al fuoco per quanto già evidenziato in precedenza.

A titolo d'esempio, pensiamo a lavorazioni di applicazione a caldo di guaina impermeabile su materiali combustibili, quali lucernai in plastica, in caso di piccoli interventi di riparazioni da infiltrazioni d'acqua piovana provenienti da superfici di copertura.

Nell'immagine seguente si pone in evidenza un segno di degrado termico del lucernaio nella zona prossima a quella di applicazione di una porzione di guaina catramata applicata a caldo.

La diversa colorazione ovvero il diverso grado di opacità del materiale plastico, testimonia un effetto di danneggiamento termico subito dal materiale per effetto del calore sprigionato dalla fiamma di un cannello alimentato a gas.

Si tratta di un esempio di lavorazione caratterizzata da un significativo livello del rischio incendio che, portata ad estreme conseguenze, può anche determinare l'innesco e la successiva propagazione di una reazione di combustione sul lucernaio con eventuale effetto gocciolamento di materiali incandescenti nelle aree sottostanti.



ATTIVITÀ SPERIMENTALE VV.F.

In tal caso la riduzione del rischio incendio potrebbe essere semplicemente operata con applicazioni a freddo di materiali o prodotti sigillanti di diversa natura se non, ove possibile, con la più agevole sostituzione del lucernaio danneggiato.

Qualora le suddette misure non dovessero risultare attuabili o sufficienti ad operare una significativa riduzione del rischio incendio è chiaro che, l'alternativa o meglio l'implementazione delle stesse è rappresentata da misure di protezione, quali ad esempio la separazione del materiale combustibile dalla fonte di calore, l'utilizzo di elementi in grado di schermare il flusso termico generato dalla potenziale sorgente d'ignizione, misure di compartimentazione per contrastare l'eventuale propagazione di un incendio, l'utilizzo di presidi antincendio di base quali estintori con cui poter prontamente intervenire in casi di principio d'incendio prima che la combustione si propaghi a porzioni estese di materiale, impianti di controllo o spegnimento, rivelatori di fumo e calore, ecc..

Particolare attenzione va inoltre posta, ai quei materiali combustibili quali materiali lignei in grado di dar luogo a combustioni di tipo covante ovvero in assenza di fiamme.

Non sono rari infatti i casi di incendi avvenuti in concomitanza di interventi di ristrutturazione su vecchie strutture in materiale ligneo, in momenti di fermo dell'attività lavorativa.

Tipicamente in tali circostanze, un incendio covante potrebbe non essere individuato prontamente dal personale di cantiere, proprio per l'assenza di manifestazioni di segni visibili quali la comparsa di fiamme.

In conseguenza di un mancato intervento iniziale, si possono determinare condizioni ideali di accumulo del calore che portano poi l'incendio a transitare in una fase successiva di pieno sviluppo.

È chiaro che in situazioni simili, la presenza di impianti di rivelazione e allarme costituisce un'appropriata misura di mitigazione del livello di rischio.

2.8 Gestione delle lavorazioni con utilizzo di materiale esplosivo

Le normative di settore nel campo degli esplosivi sono molte e questo ne complica l'applicazione.

Ad esempio, l'uso delle mine è disciplinato dall'allegato B del Reg. T.U.L.P.S. (Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza) capitolo V che disciplina le modalità d'uso delle mine nei cantieri per costruzioni stradali, ferroviarie, edili e simili, ovvero in quelle attività che si svolgono al di fuori di cave e miniere dove invece vigono le disposizioni del regolamento di polizia mineraria.

In linea del tutto generale possiamo dire che nel complesso panorama normativo, è possibile individuare disposizioni di carattere generale applicabili a tutte le attività, disposizioni applicabili alle sole attività minerarie (d.p.r. 128/1959) e disposizioni per attività residuali non minerarie come nel caso di lavori eseguiti in sotterraneo e finalizzati alla costruzione, manutenzione e riparazione di gallerie, caverne, pozzi e opere simili, per cui vige la disciplina di cui al d.p.r. 20 marzo 1956, n. 320, "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo".

Vediamo alcune delle disposizioni del succitato allegato B, quale ad esempio il preventivo avviso dell'autorità locale di pubblica sicurezza per poter legalmente impiegare l'esplosivo, Autorità che potrà eventualmente indicare prescrizioni per l'uso in sicurezza dell'esplosivo come ad esempio l'indicazione del quantitativo massimo di esplosivo da impiegare.

Tale obbligo non si estende ai casi in cui si tratta di fare esplodere, saltuariamente, piccole mine a polvere nera, in aperta campagna e lontano da strade in genere, case abitate, opifici e simili.

Di seguito alcune delle disposizioni del capitolo V dell'allegato B "Uso delle mine":

- il caricamento delle mine non deve essere fatto con materiali ferrosi che possono dar luogo alla formazione di scintille;
- le mine devono accendersi di regola in ore stabilite;
- prima dell'accensione delle mine chi dirige l'esecuzione deve disporre che le persone si mettano al riparo in luogo sicuro;
- il segnale di accensione deve essere dato previo avvertimento ad alta voce o mediante suoni prestabiliti comunicando anche il numero dei colpi di mina;
- sono inoltre fornite importanti indicazioni sulle procedure da adottare nel caso di mina mancata;
- il caricamento e lo scoppio delle mine dev'essere affidato ad operai riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori;
- prima dell'accensione delle mine, chi ne dirige l'esecuzione deve disporre che le persone si mettano al riparo in luogo sicuro ed a conveniente distanza dalle mine stesse;
- in ciascun cantiere di lavoro le mine dovranno farsi esplodere in modo che si possano agevolmente contare i colpi per rendersi conto del numero delle mine esplose, a meno che l'accensione non ne sia fatta simultaneamente a mezzo dell'elettricità;
- gli operai incaricati, dovranno, appena dato fuoco alle mine, mettersi anch'essi prontamente al sicuro, ed avranno quindi cura di contare esattamente i colpi per verificare se qualche mina abbia fallito;
- quando una mina non prende fuoco, è vietato rientrare nei cantieri ove essa si trova, e negli altri a questo adiacenti o contigui, prima che siano trascorsi 30 min almeno;
- dopo l'esplosione di una o più mine, e quando si sarà acquistata la certezza, contando i colpi, che non ne rimane alcun'altra da esplodere dovranno lasciarsi ancora trascorrere 5 min prima di rientrare nei cantieri corrispondenti, oppure 10 min se l'accensione ha avuto luogo elettricamente.

Normative di settore disciplinano anche sulle procedure per il ritorno in cantiere dopo il brillamento delle mine, indicando oltre ai tempi di attesa anche le condizioni quale l'abbattimento dei gas e delle polveri prodotte dall'esplosione.

Dall'analisi delle disposizioni sopra evidenziate, emerge chiaramente come l'attuale quadro normativo di riferimento, mira a conseguire una riduzione del rischio esplosione di tali lavorazioni, attraverso misure di carattere gestionale quali l'applicazione di dettagliate procedure di sicurezza.

Guardiamo più nel dettaglio, quali sono gli aspetti di carattere generale che, a prescindere dalla tipologia di attività lavorative svolte, debbono in ogni caso essere contemplati dalle suddette procedure.

In una prima fase, è necessario che gli addetti allo sparo delle mine, verifichino che tutti gli altri lavoratori abbiano raggiunto un luogo sicuro al riparo dagli effetti dell'esplosione quali: la proiezione e/o la caduta di materiale, la propagazione di onde di sovrappressione, la produzione di gas e fumi, prima di procedere al collegamento degli inneschi.

Ciò implica una preventiva definizione delle distanze di sicurezza e nel caso di lavori di demolizione, anche l'individuazione dei meccanismi di collasso della struttura oggetto di demolizione.

La procedura deve poi prevedere la presenza di un allarme, a mezzo di tromba o altro sistema idoneo, con la successione delle seguenti fasi:

- un primo segnale di avvertimento degli operai e in generale del personale di cantiere affinché raggiunga un luogo sicuro schermato dagli effetti dell'esplosione;
- un secondo segnale dopo l'accertamento dell'avvenuto riparo delle suddette persone, prima di procedere all'accensione delle mine;
- un terzo segnale per avvisare del cessato pericolo.

Nel corso di tali operazioni, gli accessi del cantiere dovranno essere presidiati al fine di impedire l'ingresso nell'area da parte di personale non autorizzato.

Al termine delle operazioni è poi richiesto che trascorra un certo lasso di tempo, prima di poter accedere all'area oggetto dell'intervento, aspettando che i prodotti dell'esplosione si siano diradati e che sia avvenuto un adeguato ricambio d'aria.

Altri aspetti fondamentale sono:

- l'utilizzo di esplosivi per uso civile conformi alla Direttiva 93/15/CEE recepita con il d.lgs. 2 gennaio 1997, n.7, ovvero di esplosivi muniti del marchio CE;
- il rispetto delle procedure seguite per il trasporto e la distribuzione degli esplosivi all'interno del cantiere, di cui agli artt. 22 e 25 del d.p.r. 302/1956 e, per l'uso minerario dagli artt. da 309 a 323 del d.p.r. 128/1959.

Queste ultime disposizioni sul trasporto e la distribuzione degli esplosivi in cantiere, pongono l'attenzione sulla necessità di tenere separati i detonatori dagli esplosivi evidenziando che, a prescindere dalle modalità del trasporto, è buona norma tenerli separati portandoli possibilmente sul luogo di impiego in momenti diversi e raccomandando anche di non lasciare mai incustoditi gli esplosivi ed i mezzi di accensione durante le fasi che precedono il brillamento delle mine.

Il d.p.r. 302/1956 avente ad oggetto "*Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547*", ha come ambito di applicazione le imprese che provvedono alla fabbricazione, alla manipolazione, al recupero, alla conservazione, alla distribuzione, al trasporto o alla utilizzazione di esplosivi.

All'art. 27 è prescritto che il personale che compie operazioni di confezionamento e innesco di cariche, brillamento delle mine, eliminazione di cariche inesplose ecc. deve essere munito di speciale licenza da rilasciarsi, su parere della competente Commissione Tecnica Provinciale per gli esplosivi, dal Prefetto previo accertamento del possesso dei requisiti soggettivi di idoneità (ossia del cosiddetto "patentino di fochino").

Di seguito vengono indicate ulteriori misure di prevenzione indicate dalla normativa di riferimento sulle lavorazioni che impiegano esplosivi:

- individuazione di un'area di cantiere specifica per il deposito del materiale esplosivo prima dell'utilizzo, specificamente dedicata, visibile attraverso chiare delimitazioni, presidiata e non interferente con il traffico veicolare e pedonale;
- tale area dovrà inoltre essere protetta dalle intemperie, libera da erbacce e dotata di presidi antincendio idonei ad intervenire tempestivamente su principi d'incendio;
- divieto d'accesso all'area durante i lavori preparatori e fino a loro conclusione dal personale non addetto a tali operazioni;
- controllo della quantità di materiale esplosivo;
- individuazione di un responsabile delle operazioni;
- interruzione caricamento in caso di temporale;
- distruzione esplosivi avanzati.

2.9 Gestione di incendi in presenza di amianto

Come ampiamente illustrato, l'edilizia è uno dei settori industriali a maggior rischio, con un numero di incidenti ed infortuni mortali tra i più elevati in Italia.

È pertanto determinante individuare a priori tutti i fattori capaci di comportare danni alla salute dei fruitori degli stabili e di eventuali lavoratori ivi operanti.

Risulta dunque prioritario effettuare una attenta analisi della documentazione strutturale dei luoghi e di eventuali attrezzature o impianti presenti, fornita dal Committente o dal proprietario della struttura, al fine di identificare le fonti che potrebbero dar luogo a rischi per la salute.

Tali informazioni risultano determinanti per attuare idonee attività di prevenzione e protezione, nonché supportare i VV.F. in caso di incendi, esplosioni o crolli.

Infatti, questi ultimi si possono trovare di fronte a situazioni di rischio complesse, determinate dalla presenza di più concause che costituiscono, ognuna di per sé stessa, un rischio significativo per l'incolumità della popolazione coinvolta (ivi residente o presente per fini lavorativi o casuali) e per gli operatori stessi dell'emergenza.



CAPANNONI INCENDIATI CON PRESENZA DI MATERIALI CONTENENTI AMIANTO

Tali singole concause spesso cooperano reciprocamente ad incrementare il pericolo determinato dall'incendio, amplificandone gli effetti nel corso dell'incendio stesso e le ricadute successive al medesimo.

Tra queste situazioni è necessario segnalare il caso di eventi accidentali che coinvolgono strutture ed edifici con presenza di amianto, sia per l'elevata frequenza di tali situazioni, in significativo incremento negli ultimi anni, sia per il rischio cancerogeno correlato che amplifica esponenzialmente i potenziali danni e le aree di coinvolgimento post incendio.

Risulta, pertanto, prioritaria la conoscenza della presenza di amianto o di Materiali contenenti amianto (Mca) nelle strutture, poiché permette di definire ed adottare misure di sicurezza specifiche, siano esse di prevenzione o protezione, in grado di tutelare la sicurezza dei fruitori o lavoratori che operano negli stabili e delle persone che risiedono in aree limitrofe.

Si ricorda che tale sostanza cancerogena è stata ampiamente utilizzata in edilizia, soprattutto a partire dai primi anni '70 fino al 1995, nel corso della realizzazione di grandi opere strutturali, nell'industria e negli edifici ad uso militare o civile.

Edifici costruiti dopo tale data si ritengono esenti da tale rischio, mentre per quelli antecedenti non può essere trascurato.

La scelta della tipologia di amianto e di MCA dipendeva dagli ambiti di applicazione e dalla destinazione d'uso specifico.

L'amianto, quindi, è ancora rinvenibile in edifici pubblici, privati, scolastici, biblioteche, musei ed altri edifici culturali, teatri, sale cinematografiche, palestre ed impianti sportivi, ma anche in ospedali, luoghi di culto, caserme, ecc..

Ivi si riscontrano diverse tipologie di materiali contenenti amianto tra cui, a titolo esemplificativo, coperture in cemento-amianto (eternit) sotto forma di lastre piane o ondulate, canne fumarie, tubazioni e serbatoi, pavimenti in vinil-amianto, ricoprimenti a spruzzo sui soffitti (impasto di fibre di amianto con leganti tradizionali quali gesso, calce, cemento o collanti), adesivi, collanti, guaine impermeabili o rivestimenti usati per isolare tubazioni (idriche, riscaldamento, ecc.), cavidotti, ecc..

Tali materiali, qualora alterati, manomessi o movimentati possono liberare fibre pericolose in atmosfera.

Tra le misure preventive fondamentali si devono citare le attività di informazione e formazione dei fruitori degli stabili ed in particolare delle aree ove i Mca sono allocati.

Nel caso trattasi di ambienti di lavoro andrà indispensabilmente informato il Datore di Lavoro, il Responsabile del servizio di prevenzione e protezione, il medico competente ed individuato un soggetto qualificato a ricoprire il ruolo del Responsabile del rischio amianto; andrà inoltre fornita la comunicazione della presenza di Mca a tutti i lavoratori potenzialmente esposti e ad eventuali ditte addette alla manutenzione degli stabili e/o di attrezzature degli stessi.

Andranno altresì formati i lavoratori potenzialmente esposti direttamente a tale agente cancerogeno e previsto un loro specifico addestramento sul corretto impiego dei Dispositivi di protezione individuale e sull'utilizzo delle attrezzature necessarie allo svolgimento del proprio ruolo (ai sensi del d.p.r. 8 agosto 1994, art.10).

Vi sono poi misure di prevenzione di tipo tecnico volte a garantire che nessuna persona non preventivamente autorizzata possa aver accesso alle aree ove i Mca sono allocati.

Tra queste idonee recinzioni, cartellonistica e sistemi di guardiania o custodia.

La scelta delle misure tecniche più opportune andrà commisurata in base alla quantità e qualità dei Mca presenti (in matrice compatta o friabile).

Tra le misure protettive, da adottare per assicurare la tutela della salute degli operatori addetti a lavorazioni a diretto contatto con Materiali Contenenti Amianto, sono ricompresi specifici Dispositivi di protezione collettiva (Dpc) e Dispositivi di protezione individuale (Dpi).

Tra questi, per i Dpc si ricordano in particolare paratie, linee vita, ecc..

Per quanto riguarda i Dpi si evidenzia che essi devono essere di terza categoria.

L'impiego di questi ultimi, destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente (ai sensi dell'art. 77 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.) richiede, per gli utilizzatori, oltre all'attività d'informazione e formazione, anche un adeguato addestramento.

Essi possono essere monouso o riutilizzabili; in quest'ultimo caso dovranno essere contrassegnati individualmente con il nominativo dell'operatore e, dopo l'impiego, essere sempre decontaminati e riposti in busta chiusa.

Nello specifico si consiglia l'utilizzo di guanti, tute di protezione (categoria III, tipo 5) a perdere (con cappuccio da indossare sotto il casco e cuciture rivestite da nastro isolante), e calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche idrorepellenti (da pulire molto bene con acqua).

I pantaloni della tuta devono essere inseriti fuori dei calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche e sigillati con nastro isolante.

Analoga sigillatura andrà prevista tra i guanti ed i polsini della tuta.

Si specifica che la tuta da utilizzare quale Dpi deve essere in tessuto non tessuto di III categoria - classe 3 o 4 o 5.

Andranno altresì verificate le caratteristiche di idoneità e adeguatezza dei Dpi, specifici per amianto e non, da fornire agli operatori, non solo in termini di tipologia ma anche di vestibilità.

Fondamentale è il corretto impiego dei Dpi specifici per amianto: no a maschere monouso reimpiegate più volte; no a maschere portate sul collo o sopra il capo ed indossate solo durante azioni puntuali; assicurarsi che il cappuccio della tuta non copra gli occhi durante le fasi operative; ecc..

I Dpi esausti utilizzati dal personale che ha operato a diretto contatto con materiali contenenti amianto, andranno rimossi dopo aspirazione con filtri assoluti e/o bagnatura, dovranno essere opportunamente imballati ermeticamente e contrassegnati con etichette indicanti il produttore del rifiuto, la presenza di amianto, l'identificativo R (rifiuti pericolosi), ed il codice Eer (Elenco europeo dei rifiuti) del rifiuto ivi contenuto.

Qualora le misure di sicurezza non abbiano dato esito positivo e si siano verificati eventi accidentali che coinvolgano strutture edili con presenza di amianto, risulta prioritario al momento della segnalazione dell'accaduto alle competenti Autorità (VV.F., Ausl, Arpa), trasferire tempestivamente tutte le conoscenze sulla presenza di Mca nello scenario incidentale, al fine di consentire a queste ultime una valutazione precoce della situazione e di commisurare le tipologie di azioni da intraprendere.

Tali informazioni risulteranno fondamentali per una primaria conoscenza della tipologia di Mca presenti (in matrice compatta o friabile) e della loro quantificazione e ubicazione.

Ciò permetterà l'attuazione di idonee misure di prevenzione e protezione a tutela degli operatori e dei residenti atte ad assicurare che nessuno sia inutilmente esposto.

Si evidenzia in particolare l'incremento del rischio determinato dalla presenza di lastre di copertura in cemento amianto: queste ultime, seppur caratterizzate da una concentrazione di amianto non particolarmente elevata (~ 10÷15%), risultano estremamente diffuse su tutto il territorio nazionale e generano frequenti situazioni di rischio.

Nel caso di un incendio, inoltre, esse sono soggette all'effetto Spalling, ovvero un particolarissimo comportamento degli elementi in calcestruzzo che, qualora esposti a calore particolarmente elevato, provoca la rottura dei legami chimici delle molecole di acqua all'interno del cemento, distruggendo il reticolo molecolare che lo mantiene coeso.

Ciò determina la caduta per gravità di questi pezzi che possono assumere dimensioni estremamente variabili.

L'effetto Spalling durante un incendio può avvenire in due modalità: non violento o violento.

Lo Spalling non violento, avvertito tramite un tipico crepitio che si percepisce durante l'incendio, provoca un distacco in modo graduale della faccia esposta all'incendio dall'elemento strutturale, come si trattasse di uno "spellamento" dello stesso.

Lo Spalling violento o esplosivo, invece, viene avvertito in campo tramite un rumore più sordo e con rotture improvvise, che portano ad un distacco del materiale in modo repentino, con un notevole dissipamento di energia.

Lo Spalling di un Mca, comporta la rottura degli strati di cemento per la vaporizzazione dell'acqua in essi contenuti; tale effetto è influenzato essenzialmente dalla tipologia di Mca (permeabilità, livello di saturazione, tipo e dimensione dell'aggregato, presenza di fratture e armature); dalla sua geometria (forma e dimensione della sezione) e dall'ambiente (velocità di riscaldamento, condizioni di carico).

Esso contribuisce significativamente a liberare fibre di amianto nell'ambiente circostante.

In particolare uno Spalling violento, dovuto ad un repentino aumento di temperatura, generalmente determina la rottura degli MCA in frammenti di dimensioni variabili dove, quelli più grandi cadono per gravità al di sopra del focolaio, mentre quelli più piccoli o piccolissimi, possono essere investiti dalle spinte ascensionali provocate dal calore dell'incendio, ed essere trasportati molto lontani dal focolaio stesso. L'effetto Spalling di tipo violento può provocare una dispersione di fibre e frammenti piccoli o piccolissimi per un raggio di oltre 50 m dall'area del focolaio.

Lo Spalling non violento si registra, invece, di sovente in caso di incendi di vaste dimensioni ma poco virulenti, durati alcuni giorni per la presenza di numerosi focolai.

In questi casi, seppur completamente distruttivi, si rileva una scarsa dispersione di frammenti piccoli, ad un raggio massimo di pochi metri dal focolaio, ed una minore dispersione di fibre nell'aerodisperso.

Da ultimo si segnalano anche rari casi di incendi molto veloci che interessano coperture in cemento amianto installate su componenti portanti in legno, che provocano il crollo della copertura praticamente integra, frantumandosi a terra per caduta (senza effetto Spalling).

In caso di eventi accidentali che coinvolgono Mca in matrice friabile, il rischio di dispersione di fibre pericolose in atmosfera si moltiplica esponenzialmente, in quanto la concentrazione di tale sostanza nella matrice inglobante può arrivare fino al 98%.

Alla luce di quanto sopra esposto, negli scenari incidentali risulta prioritario adoperarsi per limitare il più possibile il numero di persone esposte a fibre aerodisperse nell'area sottovento: ciò può essere realizzato valutando la direzione prevalente del vento e raccomandando la chiusura dei serramenti delle abitazioni ed in generale degli ambienti di vita o di lavoro limitrofi.

In tali situazioni, nella zona interessata da flussi di polveri e fumi ed in quella immediatamente adiacente, si ritiene opportuno osservare anche il divieto di assumere cibi e bevande, nonché di fumo di sigarette.

Tuttavia è necessario ricordare che la stima del rischio amianto deve essere sempre commisurata al rischio effettivo, affinché non si pervenga ad un eccesso di provvedimenti che invece di proteggere gli operatori, costituiscano a loro volta un elemento di rischio aggiuntivo.

Si raccomanda che durante tutte le fasi di intervento, ove possibile, si proceda ad abbattere la polverosità nell'aria con sistemi di nebulizzazione opportunamente indirizzati sul materiale da rimuovere, specie nelle fasi in cui può avvenire la frantumazione (perdita di coesione del MCA).

Tale attività di abbattimento polveri risulta determinante anche nelle fasi post-incidentali quali rimozione di macerie oppure smassamento di materiali combustibili.



3. Rischi aggiuntivi indotti dai cantieri di ristrutturazione e manutenzione

3.1 Lavori di scavo in prossimità di tubazioni del gas e cavi di energia elettrica preesistenti

Ai sensi del d.lgs. 81/08 e s.m.i., in caso di scavo in cantiere, la valutazione dei rischi contempla sostanzialmente:

- Per il DL (datore di lavoro) dell'impresa esecutrice:

l'analisi dei rischi connessi all'attività lavorativa di scavo con particolare attenzione alla presenza di condutture sotterranee, alle modalità organizzative, alle sostanze, attrezzature e mezzi utilizzati nel singolo cantiere con evidenza delle misure preventive e protettive e del numero degli addetti al pronto soccorso e all'antincendio e alla procedura di emergenza;

- Per il COMM (committente; RL responsabile dei lavori) /CSP (coordinatore della sicurezza in fase di progettazione):

l'analisi degli elementi essenziali in relazione all'area, all'organizzazione, alle lavorazioni alle caratteristiche dell'area di cantiere, con particolare attenzione alla presenza di condutture sotterranee.

La presenza di tubazioni del gas o reti di energia elettrica nelle aree del cantiere di ristrutturazioni è una condizione che aumenta notevolmente la probabilità dell'insorgenza di un incendio.

Considerando tutte le fasi di lavoro e le attività connesse o complementari alle lavorazioni di scavo come realizzazione di drenaggi, allacciamento alla rete urbana, interventi su tubature, realizzazioni di recinzioni, interventi su verde, installazione di piscine, altro, è alta la probabilità che la tale condizione di rischio esista.

In tal caso, valutato il rischio incendio, devono essere adottate le conseguenti misure di prevenzione (tecnico e organizzative) e protezione (attive o passive) quali l'individuazione dei presidi antincendio per l'intervento in caso di incendio e le misure di tipo gestionale per la gestione delle emergenze (PE).

Ai fini di tale trattazione, si evidenzia che il COMM/RL è tenuto, tra l'altro, sia al riscontro dell'avvenuta informazione in merito al potenziale rischio di tutto il personale di cantiere, soprattutto se in posizione limitrofa allo scavo o all'infissione di elementi nel terreno; sia alla verifica del possesso dei requisiti dell'impresa esecutrice a cui sono stati affidati i lavori di scavo, comprensivi del POS, quindi della corretta valutazione e gestione del rischio connesso alla presenza di tubazioni di gas e energia elettrica da parte della stessa. Relativamente a quest'ultima, il COMM/RL dovrà accertarsi che, essendo lo scavo in presenza di tubature di gas o reti elettriche un ambiente confinato e o sospetto di inquinamento (art. 66 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.), l'impresa che lo esegue sia qualificata ai sensi del Regolamento per la qualificazione delle imprese operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinati, d.p.r. 177/11, ovvero che lo scavo sia effettuato da maestranze di unica impresa specificatamente formate ed addestrate al rischio di ambiente confinato e/o sospetto di inquinamento.

I lavoratori devono essere dotati e specificamente formati all'uso di:

- A. apposita strumentazione (multigas, altro);
- B. DPI adeguati per:
 - a. le vie respiratorie (filtranti, respiratori, maschere respiratorie²);
 - b. il salvataggio (imbragature);
 - c. la protezione del corpo (tute, guanti, altro).

Il DL dell'impresa esecutrice deve aver individuato un rappresentante, di adeguata competenza ed esperienza, che vigili per limitare il rischio da interferenza di tali lavorazioni con quelle del personale impiegato dal datore di lavoro committente.

² DPI respiratori filtranti se il tasso di ossigeno $\geq 20\%$; DPI respiratori isolanti (autorespiratori alimentati ad aria compressa dotati di sufficiente autonomia a svolgere le lavorazioni) se il tasso di ossigeno \leq al 20% ; maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Tutta l'attività di scavo sarà eseguita secondo una procedura di lavoro specificamente diretta a eliminare o ridurre al minimo i rischi propri delle attività in ambienti confinati, comprensiva della eventuale fase di soccorso e di coordinamento con il sistema di emergenza del Servizio Sanitario Nazionale e dei VV.F.. Il rispetto dei requisiti del d.p.r. 177/11 è già parte delle misure organizzative e protettive antincendio.

Fatto salvo quanto sopra, per consentire al CSP, quando previsto, di rilevare eventuali inadeguatezze nonché pianificare e porre in essere eventuali misure di sicurezza aggiuntive rispetto a situazioni di rischio, resta inteso che l'impresa che esegue lo scavo deve informare, attraverso la consegna del POS, con opportuno anticipo sul proprio inizio lavori, circa la presenza di potenziali condizioni di rischio incendio connesse alle proprie lavorazioni (mezzi, materiali, altro).

Allegato al POS, verrà consegnato il PE piano di emergenza (comprensivo degli addetti all'antincendio, in numero adeguato e appositamente formati per il rischio elevato) e la gestione del soccorso di cui al d.p.r. 177/11.

Nel caso in esame, l'individuazione delle misure di prevenzione va condotta, con particolare attenzione alla presenza di tubature di gas o energia elettrica e, quindi, prioritariamente sulla base di uno scambio di informazioni con i gestori delle reti, volto a rappresentare le lavorazioni e le aree d'intervento interessate dalle operazioni stesse, al fine di accertare l'esatta ubicazione dei sotto-servizi e di concordare le misure di sicurezza preliminari all'esecuzione dei lavori nonché quelle da adottare nel corso degli stessi.

Quindi, prima dell'avvio dei lavori il DL dell'impresa esecutrice o il CSP, quando previsto, contatterà i gestori dei sottoservizi per acquisire le planimetrie e per concordare le misure essenziali di sicurezza da adottare sia prima dell'inizio che durante lo sviluppo dei lavori.

È probabile che le planimetrie ottenute non siano precise come quote e ubicazione planimetrica.

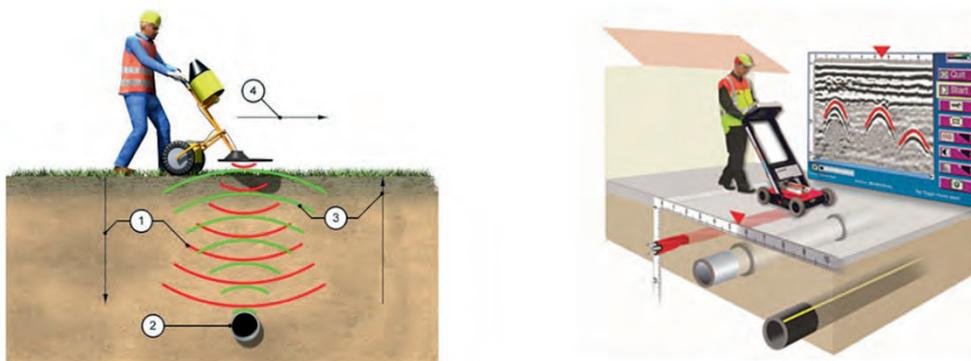
In generale, è importante ricordare che, per scavi eseguiti sulla sede stradale, le linee principali quali cavi ad alta tensione o condotte primarie sono normalmente ubicate verso il centro della strada mentre, verso i bordi, sono tipicamente allocate le reti secondarie con minor approfondimento rispetto alla quota del piano stradale.

Resta inteso che l'individuazione più affidabile della presenza dei sotto-servizi prima dell'effettuazione delle operazioni di scavo, può avvenire, a valle dell'acquisizione delle planimetrie dei gestori, con una ricerca strumentale oppure con scavo a mano.

Le misure da adottare saranno conseguenti alla scelta.

Nel primo caso i rischi per la sicurezza degli operatori sono ovviamente più bassi.

Si tratta di tecniche di indagini non distruttive tra cui si segnalano, indagini con georadar (GPR) con cui si individua la presenza dei sotto-servizi sulla base dell'analisi di riflessione di onde elettromagnetiche trasmesse nel terreno, con metodi magnetici induttivi o galvanici, o ancora, quando le condutture non sono conduttive elettricamente, con metodi acustici.



INDAGINI CON GEORADAR

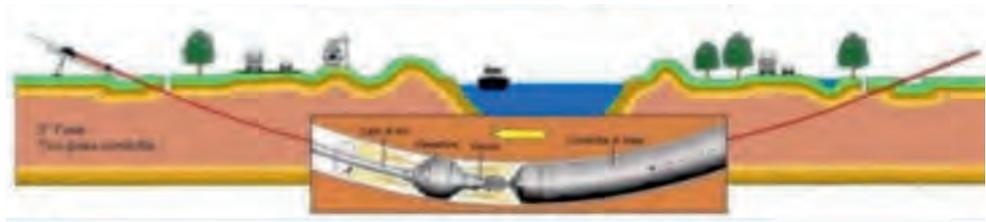
Qualora le lavorazioni di cantiere siano finalizzate ad un intervento manutentivo sulla conduttura stessa, una volta localizzata la rete, si potrà procedere nuovamente con scavo a mano o con tecniche innovative.

In quest'ultimo caso, si potranno utilizzare, ad esempio, le video ispezioni per una diagnosi rapida e poco invasiva, del punto e/o stato di ammaloramento; successivamente, adottando sistemi innovativi come le trivellazioni orizzontali controllate (TOC) sarà possibile effettuare la posa in opera di sotto-servizi a basso impatto ambientale, escludendo lo scavo a mano.

In buona sostanza, in questi casi, la posa in opera di tubazioni avviene con un sistema di perforazione guidato da una sonda che avanza nel terreno in direzione sub-orizzontale.



ALESATRICE



TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

Tuttavia, per quanto tale tecnica consenta di procedere anche in maniera meno invasiva e più spedita nelle operazioni di posa in opera di tubazioni/cavi, rispetto alle tecniche più tradizionali, non è scongiurato il pericolo di intercettazione dei sotto-servizi quali condutture elettriche e tubazioni del gas.

In queste circostanze, in caso di rottura di una tubazione della rete di distribuzione del gas, è limitata la disponibilità di superfici di ventilazione.

Pertanto, in caso di rottura di una tubazione, il gas disperso potrebbe incanalarsi all'interno di cavità presenti nel sottosuolo, quali ad esempio quelle rappresentate da altri sotto-servizi con la possibile formazione di miscele infiammabili in luoghi anche distanti da quello di origine della dispersione.

Qualora non ci si avvalga di strumentazioni diagnostiche non invasive, i lavori nello scavo saranno conseguenti al rilascio del *Permesso di lavoro*³.

Tale documento si correda del *certificato di isolamento o disattivazione* da parte del gestore distributore che attesta che l'impianto o la "parte sezionata" ed interessata dai lavori sia completamente isolata da fonti di energia⁴ o da fluidi/gas di lavorazione.

Nel caso di tubazioni di gas, il permesso di lavoro si completa della sezione per il controllo iniziale delle condizioni atmosferiche quale accertamento della salubrità e respirabilità dell'aria (*bonifica gas free*).

Inoltre, è prevista la registrazione dei nominativi dei lavoratori autorizzati (appositamente formati e addestrati nonché istruiti sul rischio specifico e procedura prevista).

Premesso quanto sopra, il cantiere dovrà essere organizzato al fine di ridurre il rischio di innesco e propagazione di un incendio separando, per quanto possibile, l'area interessata dalle altre attività/lavorazioni del cantiere sia fisicamente (layout di cantiere, viabilità, segnaletica) sia temporalmente attraverso la gestione delle interferenze (cronoprogramma, scelte progettuali).

Assicurata la salubrità dell'aria prima dell'accesso in area di scavo (*bonifica gas free*), e la disattivazione della rete, condizione necessaria all'inizio dei lavori, dovranno essere evidenziate le potenziali fonti di innesco, le quantità di materiali infiammabili/combustibili pericolose, e conseguentemente predisposte tutte le misure preventive e protettive al fine di eliminare o ridurre l'insorgenza di un incendio nell'area di scavo:

- a) evitare l'accesso nell'area di lavoratori non autorizzati;
- b) eliminare o ridurre, la quantità di materiali combustibili (es.: stoccaggio materiali legname, verinci, teli di impermeabilizzazione ecc) ed infiammabili; ad ogni modo la stessa, fuori o dentro lo scavo, non deve superare quella strettamente necessaria alle lavorazioni in atto ;
- c) eliminare o ridurre mezzi o tecniche di lavorazione che possono costituire fonti di innesco (saldature e taglio, uso di agenti leganti, pulizia con solventi altro);
- d) non utilizzare macchine ed apparecchiature da cui si produce calore o a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas;
- e) predisporre mezzi antincendio di primo intervento idonei in rapporto alle particolari condizioni in cui possono essere usati;
- f) accertare la presenza di un numero di addetti all'emergenza incendi adeguato;

³ la norma UNI 10449: 2008 è di supporto al committente e all'impresa esecutrice per l'applicazione di legge relativa alla formulazione, compilazione e la gestione dei permessi di lavoro, sia per i lavori di manutenzione, miglioria, e modifica. I tipi di permessi di lavoro (punto 4.2. della suddetta norma) sono codificati anche per le attività di cui in oggetto: lavoro di scavo; lavoro in spazi confinati)

⁴ Lo scopo del Certificato di Isolamento elettrico è di confermare che l'impianto o l'attrezzatura sono stati isolati dalla sorgente di alimentazione con i necessari serraggi ed etichette e si trova in condizioni sicure per operare.

Inoltre, è indispensabile monitorare costantemente la salubrità dell'aria, il che significa:

- g) misurare la quantità di ossigeno;
- h) misurare la concentrazione di gas infiammabili

attraverso l'uso di apposita strumentazione, regolarmente tarata, con indicatori e avvisatori acustici atti a segnalare il raggiungimento di concentrazioni pericolose.

Il rischio di incendio è sostanzialmente legato alla formazione, raccolta o accumulo di sostanze infiammabili in concentrazioni tali da essere innescate da una sorgente presente sul posto (reti elettriche) od ivi trasportata (scariche elettriche ed elettrostatiche, scintille prodotte per urto ed attrito, fiamme libere, superfici calde, altre).

La presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, non è legata solo alla presenza della tubazione presistente ma è legata anche alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Relativamente ad una di queste circostanze, si riporta di seguito uno stralcio planimetrico di un'area interessata dalla perdita di gas per effetto della rottura di una tubazione di metano, in seguito a trivellazioni orizzontali controllate.

Nell'immagine seguente viene rappresentata la distanza intercorsa tra un locale ad uso commerciale, all'interno del quale ha avuto luogo la formazione di una miscela di gas infiammabile poi deflagrata ed il punto di origine della dispersione distante circa 100 m.



DISTANZA TRA IL PUNTO DI ORIGINE DELLA DISPERSIONE E IL PUNTO DI DEFLAGRAZIONE

Le successive attività d'indagine, consentirono di stabilire che la rottura della tubazione di metano era avvenuta per effetto delle trivellazioni "TOC" ed il gas fuoriuscito, si era poi incanalato all'interno di una conduttura del tipo in corrugato adoperata per il passaggio di cavi elettrici, terminando la sua corsa all'interno del locale poi deflagrato.

L'intervento dei tecnici della rete gas, allertati dalla popolazione residente per il forte odore di gas proveniente dal locale interessato dall'esplosione, non consentì la tempestiva individuazione del luogo di provenienza del metano.

L'esempio dell'evento incidentale sopra riportato, da evidenza del fatto che nelle operazioni di scavo anche quando si fa ricorso a strumentazione e metodi innovativi e poco invasivi, è necessario correttamente valutare il rischio incendio/esplosione tenuto conto della tipologia di lavorazioni e del contesto in cui le stesse vengono eseguite.

Tale rischio non cessa con l'avvenuta disattivazione/disalimentazione da parte del ente distributore delle reti di sottorvizi, né con la bonifica dell'area prima dell'intervento.

Al contrario, sussiste per tutta la fase di scavo, pertanto è ineludibile monitorare regolarmente l'area interessata, accertarsi che sia assicurata la comunicazione tra gli addetti allo scavo e il responsabile all'esterno, nonché assicurare il controllo periodico del rispetto delle misure adottate.

3.2 Lavori che prevedano utilizzo di fiamme libere, solventi infiammabili, detergenti, coloranti, ecc.

Sono stati esaminati, nel capitolo 1, i lavori effettuati con attrezzature che impiegano fiamme libere.

Questi lavori comprendono, come detto, qualsiasi operazione temporanea che si possa configurare come fonte d'innesco per un incendio, quindi, non si tratta solo ed esplicitamente di fiamme libere nel senso letterale del termine, ma anche tutte quelle che producono calore o scintille, includendo tra queste le operazioni di brasatura, di taglio, di rettifica, di saldatura, di scongelamento delle tubazioni, di applicazione a caldo di manti di copertura e altro che possa emergere da un'accurata analisi dei rischi.

Inoltre, nell'ambito di un cantiere, tali lavorazioni, vengono svolte da persone che non conoscono bene l'ambiente in cui stanno operando, rischiando di sottovalutare la presenza di materiali, impianti o situazioni particolari.

Parimenti, anche se le lavorazioni vengono svolte da personale che conosce bene i luoghi, il rischio di incendio è significativo, in quanto, nell'ambito di un cantiere si vanno ad effettuare operazioni che abitualmente non fanno parte della normale conduzione dell'attività, andando a modificare il profilo di rischio. Un ulteriore elemento di aggravio si manifesta nel caso di lavori connessi con il restauro, dove la presenza di materiale combustibile, in prevalenza legno secco, anche di pezzatura minuta e per questo particolarmente vulnerabile all'accensione, rappresenta una condizione che non deve essere sottovalutata.

Potremmo dire che le lavorazioni di cantiere vanno a sconvolgere il normale equilibrio di una qualsivoglia attività o edificio, potendo generare situazioni che possono avere anche risvolti catastrofici, è necessario, pertanto, organizzare il cantiere in modo da evitare che le lavorazioni, il deposito di materiale e la presenza di lavoratori possa provocare danni, incendi o esplosioni.

Di seguito vengono descritte le misure di prevenzione e protezione per ridurre al minimo il rischio di incendio.

Lavorazioni di saldatura

Tenuto conto, pertanto, che le operazioni di saldatura possono causare incendi o esplosioni, in quanto vengono prodotti pezzi di metallo caldo e scintille, di seguito viene riportato un elenco di suggerimenti per ridurre al minimo questo rischio:

- effettuare le operazioni di saldatura all'esterno, qualora ciò non sia possibile aerare abbondantemente i locali prima, durante e dopo le lavorazioni;
- rimuovere tutti i materiali infiammabili in un'area maggiore di 10 m intorno al punto di saldatura; qualora ciò non sia possibile coprire accuratamente tutto con dispositivi adeguati ed incombustibili;
- non effettuare operazioni di saldatura nel caso in cui ci sia la possibilità che le scintille colpiscano materiale combustibile o infiammabile;
- proteggere se stessi e gli altri da scintille e metallo caldo;
- fare attenzione, scintille e materiali caldi derivanti dal processo di saldatura possono facilmente inserirsi attraverso piccole crepe e aperture e passare ad aree adiacenti;
- attenzione a possibili incendi (tenere sempre un estintore disponibile nelle vicinanze);
- fare attenzione, in quanto operazioni di saldatura effettuate su soffitti, pavimenti, muri di sostegno o divisori possono causare incendi dalla parte opposta;
- non effettuare operazioni di saldatura su contenitori precedentemente utilizzati per la conservazione di combustibili o contenitori chiusi quali serbatoi, bidoni o tubi, a meno che questi non siano preparati in modo appropriato e bonificati;
- non effettuare operazioni di taglio su contenitori chiusi quali serbatoi e bidoni;
- collegare il cavo di lavoro al pezzo da lavorare il più vicino possibile all'area di saldatura al fine di evitare che la corrente di saldatura debba percorrere lunghi tratti, anche fuori di vista, in quanto questo può causare scosse elettriche e rischi di incendio;
- non usare la saldatrice per disgelare tubature;
- non saldare laddove l'atmosfera possa contenere polvere, gas o vapori infiammabili (tipo quelli di benzina);
- non saldare bombole, tubature o contenitori sotto pressione;
- nel caso sia necessario effettuare operazioni su tubazioni metalliche, allontanare da queste, lungo il loro percorso, materiali combustibili o infiammabili eventualmente a contatto.
- deve essere posta attenzione qualora queste siano avvolte con materiale isolante combustibile;
- indossare indumenti protettivi non oleosi quali: guanti in pelle, camicia pesante, pantaloni senza risvolti, calzature alte e un copricapo;
- non collocare la macchina su superfici combustibili;
- rimuovere tutti i combustibili, quali accendini al butano o fiammiferi, da se stessi prima di iniziare qualsiasi operazione di saldatura;

- una volta completato il lavoro, ispezionare l'area e verificare l'assenza di scintille, tizzoni ardenti e fiamme;
- accertarsi che siano mantenute libere e fruibili le vie di esodo anche durante le operazioni di saldatura;
- usare solamente i fusibili o gli interruttori di sicurezza giusti;
- non aumentarne in modo eccessivo l'ampereggio né escluderli.

Lavorazioni di smerigliatura

La smerigliatura è un'operazione che fa parte del vasto insieme delle lavorazioni meccaniche di finitura superficiale ed è utile alla rifinitura dei materiali.

Più precisamente la smerigliatura è una prima fase di lavorazione che permette di sgrossare e togliere dall'elemento di metallo bordi spigolosi, bave o residui di fusione, stampaggio o saldatura.

Viene effettuata tramite nastri abrasivi e ruote lamellari attraverso l'ausilio di macchine semi-automatiche o a mano.

La lavorazione prevede inizialmente l'impiego di abrasivi a grane grosse per poi utilizzarne di sempre più fini, fino a raggiungere il livello di rugosità superficiale desiderato.

Durante tali lavorazioni vengono prodotte scintille incandescenti, che possono essere proiettate a notevoli distanze, raggiungendo anche la temperatura di 500 °C.

Al fine di ridurre al minimo il rischio incendio durante l'uso della smerigliatrice si elencano di seguito i suggerimenti da rispettare:

- effettuare le operazioni di smerigliatura all'esterno, Qualora ciò non sia possibile aerare abbondantemente i locali prima, durante e dopo le lavorazioni;
- rimuovere tutti i materiali infiammabili in un'area maggiore di 10 m intorno al punto di smerigliatura. Qualora ciò non sia possibile coprire accuratamente tutto con dispositivi adeguati ed incombustibili;
- non effettuare operazioni di smerigliatura nel caso in cui ci sia la possibilità che le scintille colpiscano materiale combustibile o infiammabile;
- proteggere se stessi e gli altri da scintille e metallo caldo;
- fare attenzione, scintille e materiali caldi derivanti dal processo di smerigliatura possono facilmente inserirsi attraverso piccole crepe e aperture e passare ad aree adiacenti;
- attenzione a possibili incendi (tenere sempre un estintore disponibile nelle vicinanze);
- fare attenzione, in quanto operazioni di smerigliatura effettuate su soffitti, pavimenti, muri di sostegno o divisori possono causare incendi dalla parte opposta;
- non effettuare operazioni di smerigliatura su contenitori precedentemente utilizzati per la conservazione di combustibili o contenitori chiusi quali serbatoi, bidoni o tubi, a meno che questi non siano preparati in modo appropriato e bonificati;
- non effettuare operazioni di taglio su contenitori chiusi quali serbatoi e bidoni;
- verificare che il cavo di alimentazione della smerigliatrice sia integro e di lunghezza adeguata ma non eccessiva, evitando che lo stesso cavo percorra tratti non in vista, in quanto può causare scosse elettriche e rischi di incendio
- non smerigliare laddove l'atmosfera possa contenere polvere, gas o vapori infiammabili (tipo quelli di benzina);
- indossare indumenti protettivi non oleosi quali: guanti in pelle, camicia pesante, pantaloni senza risvolti, calzature alte e un copricapo;
- non utilizzare la smerigliatrice su superfici combustibili;
- rimuovere tutti i combustibili, quali accendini al butano o fiammiferi, da se stessi prima di iniziare qualsiasi operazione di smerigliatura;
- una volta completato il lavoro, ispezionare l'area e verificare l'assenza di scintille, tizzoni ardenti e fiamme.

Lavorazioni per la catramatura

La posa di guaina bituminosa con l'ausilio di un cannello alimentato a GPL costituisce la lavorazione a fiamma libera "per eccellenza" in un cantiere e spesso fonte d'incendio.

Le modalità presentano le generiche fasi operative per i lavori a caldo, ma devono essere contestualizzate alle specifiche condizioni di cantiere e, quindi, coordinate con gli altri rischi che lo caratterizzano.

Durante l'operatività sono presenti rischi per la sicurezza e la salute come la scottatura e le ustioni per contatto accidentale con la fiamma del cannello, la quale può provocare l'innescio accidentale d'incendio e di esplosione o perdite di gas con i pericoli che ne conseguono.

Pertanto, sia l'analisi dei rischi, che le procedure durante e al termine delle lavorazioni dovranno seguire le seguenti indicazioni:

- trasportare le bombole sul posto utilizzando appositi carrelli o analoghi dispositivi;
- controllare la funzionalità del riduttore di pressione posto sulla bombola;
- controllare l'integrità delle tubazioni in gomma con particolare riguardo ai punti di connessione con la bombola e il cannello;
- controllare l'efficienza del cannello;
- verificare che nelle vicinanze non vi siano materiali infiammabili;
- effettuare un'accurata pulizia della superficie di posa, ponendo attenzione alla eliminazione di scarti di lavorazione (trucioli, polvere ecc.) che potrebbero accendersi;
- distendere le tubazioni in curve ampie lontano dai punti di passaggio, proteggendole da calpestio, scintille, fonti di calore e dal contatto con attrezzature o rottami taglienti;
- non utilizzare la fiamma libera in corrispondenza del tubo e della bombola del gas;
- tenere la bombola in posizione verticale e lontano da fonti di calore;
- porre attenzione a non lambire con la fiamma altri elementi combustibili presenti sulla copertura, come lucernai in materiale plastico, legno strutturale e non di pezzatura minuta ecc.;
- durante pause di lavoro spegnere la fiamma chiudendo le valvole d'afflusso del gas sul cannello e sulla bombola e porre il cannello caldo su apposito supporto e non in adiacenza a materiale combustibile;
- non sottoporre le tubazioni di alimentazione del cannello a trazione;
- non piegare le tubature di alimentazione per interrompere il flusso del gas;
- accendere i cannelli utilizzando appositi accenditori (non usare mai fiammiferi, torce di carta, scintille prodotte da mole o altri sorgenti di fortuna);
- per evitare pericoli di esplosione, se il cannello non si accende tempestivamente, verificare che non si sia accumulato gas in sacche o interstizi o nell'ambiente di lavoro, prima di effettuare altri tentativi;
- in caso di principio di incendio o di fuga di gas, chiudere immediatamente le bombole agendo sulla valvola principale.

Le procedure che devono essere seguite una volta terminata la lavorazione sono:

- spegnere la fiamma chiudendo le valvole d'afflusso del gas sul cannello e sulla bombola;
- rimuovere la bombola dal luogo della lavorazione per riporla nell'apposito deposito di cantiere;
- non abbandonare l'attrezzatura sul luogo di lavoro;
- sorvegliare accuratamente l'area operativa per almeno un'ora dopo aver completato le operazioni.

Particolare attenzione deve essere rivolta alle modalità di stoccaggio dei contenitori di GPL, che di fatto, vanno a costituire un deposito temporaneo di gas infiammabile.

I criteri generali di prevenzione incendi prevedono che il quantitativo dei materiali infiammabili o facilmente combustibili deve essere limitato a quello strettamente necessario per il normale svolgimento dell'attività e tenuto lontano dalle vie di esodo; inoltre, il deposito di materiali infiammabili deve essere realizzato in luogo isolato o in locale separato dal restante tramite strutture resistenti al fuoco e vani di comunicazione muniti di porte resistenti al fuoco.

Le bombole di gas, quando non sono utilizzate, devono essere depositate all'esterno del luogo di lavoro, al fine di limitare il coinvolgimento di queste bombole in situazioni che potrebbero verificarsi nel cantiere quando è chiuso, oppure quando sono in corso altre lavorazioni.

La presenza del gas infiammabile, infatti, potrebbe configurarsi come l'elemento di amplificazione di un eventuale incendio, aumentandone le conseguenze.

La localizzazione di un'area o di un locale dove depositare queste bombole diventa, quindi, un aspetto di particolare importanza nella gestione in sicurezza del cantiere.

Su questo argomento esistono precise direttive per quanto concerne i depositi di GPL in bombole; solitamente, nei cantieri sono presenti modesti quantitativi di questo gas, normalmente inferiori a 300 kg.

Si rimanda per i successivi approfondimenti al capitolo 4.

3.3 Stoccaggio di materiali infiammabili

I materiali per isolamento termico, sia esterni (cappotto) che racchiusi in intercapedine, quest'ultimi in alcune fasi del cantiere, rappresentano materiali da "attenzionare" ai fini del rischio d'incendio per la loro elevata capacità di partecipare alla combustione.

Pertanto, nella gestione del cantiere, è necessario tenere in considerazione i seguenti aspetti:

- posizionare i depositi di materiale combustibile lontano dalle possibili fonti di innesco come aree in cui vengono effettuate operazioni di saldatura, presenza di sorgenti di calore dovute ad attriti, presenza di apparecchiature per la produzione di calore, presenza di fiamme libere;
- evitare di stoccare grandi quantitativi di materiale combustibile, è buona norma limitare il deposito al normale consumo nel breve periodo;
- individuare le aree di deposito dei materiali avendo cura di mantenere costantemente fruibili le vie di esodo per la tutela dei lavoratori e di garantire l'accesso dei mezzi di soccorso;
- installare la necessaria segnaletica di sicurezza indicante i pericoli presenti e i divieti da rispettare;
- prevedere la presenza di estintori, nel caso in cui siano depositati consistenti quantitativi di materiale combustibile, posizionare estintori carrellati;
- tutte le aree di cantiere ed in particolare i depositi di materiale infiammabile o combustibile, devono essere tenute pulite e in ordine;
- nelle aree di deposito deve essere rispettato il divieto di fumo;
- alla fine della giornata lavorativa deve essere effettuato un controllo di tutte le aree per verificare che non sussistano condizioni per l'innesco di un incendio;
- gli scarti di lavorazione devono essere rimossi quotidianamente e depositati in aree appositamente destinate.

3.4 Rischio correlato alla presenza di materiali contenenti amianto

Nell'ambito dei lavori di un cantiere di manutenzione o di ristrutturazione di edifici preesistenti, nella valutazione dei rischi si deve sicuramente tener conto delle condizioni di pericolo generate da situazioni emergenziali quali incendi, esplosioni o crolli.

Tuttavia, come già anticipato nel capitolo 2, è importante tenere in considerazione anche ulteriori fattori di rischio che possono incrementare i danni alla salute dei lavoratori e delle persone: tra questi la presenza di amianto nelle strutture.

Il rischio amianto nei cantieri di manutenzione o ristrutturazione viene molte volte sottovalutato, eppure la probabilità di riscontrare la presenza di Materiali contenenti amianto (Mca) è assai elevata.

Non di rado, la presenza di tale agente cancerogeno, viene rilevata solo a seguito di incedenti o in fasi operative.

Ciò porta ad un elevato rischio, spesso anche inconsapevolmente, per gli operatori del settore sia che essi operino per la gestione di strutture edili (operai, idraulici, elettricisti, carpentieri, tecnici di impianti di riscaldamento e raffreddamento, addetti alle manutenzioni, addetti alle pulizie, installatori di pannelli o moquettes, ecc.), che di reti di sottoservizi (idrica, fognaria, gas, energia elettrica).

Quest'ultimo settore registra infatti circa il 10% di tubazioni realizzate in cemento amianto, che risultano nella maggior parte dei casi ancora operative o, nel caso siano dismesse, vengono sovente lasciate in posto per essere reimpiegate come cavidotti.

Gli interventi sulle condotte interrate, sono in larga parte eseguiti in condizioni di urgenza, ovvero, a seguito della segnalazione di una perdita, più o meno massiva, sulla rete e si rende quindi indispensabile una operazione immediata per ripristinare il servizio all'utenza.

Questo fa sì che per rispettare i tempi ristretti dettati dagli Enti d'Ambito, gli operatori si trovino a lavorare con estrema celerità in condizioni critiche e di stress, incrementando conseguenzialmente la probabilità di commettere errori che possono dar luogo a situazioni emergenziali con incidenti mortali o infortuni (esplosioni di tubazioni del gas in cemento amianto, ecc.).

Nel corso di manutenzioni o ristrutturazioni di edifici o reti risulta pertanto prioritario avere piena consapevolezza della presenza di Mca prima di intervenire, al fine di valutare tutte le misure di prevenzione e protezione da adottare a tutela degli operatori, determinando altresì il possibile incremento di rischio che si può generare nel corso di incendi, esplosioni o altre situazioni emergenziali (terremoti, alluvioni, trombe d'aria, ecc.).

Si consiglia dunque di acquisire informazioni sulle tipologie di Mca eventualmente presenti, mediante acquisizione di documentazione tecnica sull'edificio o rete (dati sulla costruzione o relativi a precedenti interventi compiuti sull'immobile) e ricerca di dati presso professionisti (architetti, periti, responsabili

sicurezza o altro personale), e sul loro livello di pericolosità determinato dalla composizione dei materiali ab origine e dall'usura a cui sono stati sottoposti.

Quest'ultima varia a seconda dei luoghi in cui essi sono stati impiegati e delle loro condizioni espositive:

- ambiente indoor o outdoor;
- processi naturali aggressivi (attacchi acidi, esposizione a fenomeni atmosferici di particolare intensità, sbalzi termici repentini, esposizione ad elevata ventosità, ecc.);
- manomissioni da parte dell'uomo (taglio, abrasione, perforazione dei materiali, ecc.);
- eventi accidentali di forte intensità (incendi, terremoti, alluvioni, trombe d'aria, ecc.);
- eventi accidentali ad elevata probabilità (grandinate).

Pertanto in presenza di Mca si dovrebbe effettuare sempre una valutazione del rischio prima di operare, basata anche su sopralluoghi, campionamenti ed analisi dei diversi Mca presenti, effettuati da professionisti appositamente addestrati ed abilitati.

Si ricorda infatti che ogni manomissione effettuata su Mca senza le necessarie cautele determina una massiccia liberazione di fibre dell'amianto nell'ambiente.

Si specifica inoltre che l'analisi può essere effettuata presso un laboratorio pubblico o privato; il costo è comunque a carico del richiedente.

Di seguito si riportano in estrema sintesi alcune azioni da intraprendere per eliminare o ridurre al minimo il rischio amianto durante le manutenzioni e le ristrutturazioni.

cose da non fare:

- effettuare opere di manutenzione o ristrutturazione senza aver preliminarmente indagato, in strutture antecedenti il 1995, sulla presenza o meno di Mca;
- effettuare opere di demolizione prima di aver proceduto a far rimuovere da ditta specializzata tutti i Mca;
- frantumare, forare, segare, tagliare i Mca;
- eseguire operazioni che "disturbino" i Mca quali l'installazione di impianti o macchine che provochino vibrazioni e/o correnti d'aria;
- abbandonare i Rifiuti contenenti amianto (Rca) in luoghi non autorizzati (cassonetti, fossi, piazzole, ecc.).

cose da fare:

- segnalare tempestivamente al proprietario o al gestore della struttura o rete la presenza di Mca;
- segnalare situazioni anomale che interessano i Mca (es.: infiltrazioni, crepe, rotture, distacchi d'intonaco, ecc.);
- affidare la manutenzione o la ristrutturazione a Ditta specializzata;
- assicurarsi che la Ditta a cui è affidata gli interventi sui Mca abbia presentato un Piano di lavoro amianto all'Ausl ai sensi del d.lgs. 81/08 e s.m.i. e farsene consegnare copia;
- bagnare sempre con acqua ed incapsulante le superfici dei Mca prima di qualsiasi loro manomissione;
- lavorare adoperando Dpi di terza categoria tra cui maschere con filtro di tipo P3 (Ffp3, semi-maschere o maschere pieno-facciali con filtro P3, TMP3, THP3, da scegliere in base al rischio rilevato);
- farsi dare copia del quarto foglio del formulario di trasporto dei rifiuti che attesti la consegna dei rifiuti contenenti amianto prodotti, ad uno specifico deposito preliminare o definitivo (discarica) idoneamente autorizzato.

3.5 Lavori in edifici sottoposti a tutela

L'Italia ha un patrimonio di monumenti, centri storici, parchi archeologici e naturali che non ha eguali nel mondo.

Il Bel Paese rappresenta un'eccezionale testimonianza dell'opera umana sulla Terra ed è per questo che la tutela di questa eredità culturale è una fondamentale responsabilità dello Stato e un dovere morale di tutti i cittadini.

Negli edifici di valore storico-artistico il fine della sicurezza antincendio deve essere perseguito in maniera coordinata con le esigenze di conservazione del bene tutelato, che spesso non consentono il rispetto di prescrizioni imposte dal classico approccio alla prevenzione incendi.

In molti casi l'adeguamento si dimostra difficile o addirittura impossibile tenuto conto dei vincoli imposti all'edificio tutelato.

Ove l'adeguamento risulti troppo invasivo per il bene tutelato si può ricorrere al procedimento di deroga, o anche all'approccio ingegneristico denominato "Fire Safety Engineering" (FSE), che consiste nel quantificare l'impatto di ogni soluzione tecnica sull'evoluzione dell'incendio, al fine di progettare soluzioni che siano maggiormente proporzionate al rischio reale.

In tale ottica di progettazione integrata ed ingegnerizzazione della stessa, di cui la sicurezza antincendio degli edifici sottoposti a tutela è solo uno dei casi applicativi, si colloca la maggiore sfida futura nell'ambito della prevenzione incendi per il C.N.VV.F.: il progetto *Fire Digital Check* (FDC), ovvero l'applicazione della modellazione BIM (*Building Information Modelling*) alla prevenzione incendi.

Il modello BIM consente, come richiesto anche dal Codice di prevenzione incendi, di includere ed interconnettere tutti i parametri necessari per la definizione dei vari aspetti della strategia antincendio nonché l'inserimento dei prodotti certificati ai fini antincendio.

Tutti i questi aspetti portano a favorire la modellazione digitale per un approccio sempre più integrato alla progettazione antincendi, che facilita l'individuazione di un punto d'incontro tra la sicurezza antincendio e la salvaguardia delle caratteristiche estetiche, culturali e di conservazione dell'edificio tutelato.

Ripercorrere, come nei focus conclusivi della presente pubblicazione, gli incendi devastanti della *cattedrale di Notre Dame de Paris* e della *Cappella della Sacra Sindone* a Torino rende quanto mai attuale la problematica relativa all'esame critico della sicurezza antincendi dei cantieri negli edifici pregevoli.

Tali edifici presentano molteplici vulnerabilità intrinseche, quali l'architettura planivolumetrica complessa, l'assenza di strutture resistenti al fuoco e di compartimentazioni, l'impiego esteso di materiali lignei e di rivestimenti combustibili.

Inoltre, l'accesso all'area e l'accostamento dei mezzi di soccorso richiede notevoli spazi non sempre disponibili nei centri storici, dove tali edifici spesso si trovano.

Possono poi essere privi o carenti di impianti di spegnimento automatico o di rivelazione e allarme incendi.

Pertanto, un principio d'incendio di entità modesta, coinvolgente strutture edilizie ordinarie sarebbe agevolmente spento mentre, nei contesti degli edifici pregevoli, comporterà con maggiore facilità la crescita rapida ed incontrollata dell'incendio, che i soccorritori potranno difficilmente contrastare.

Inoltre, gli stessi edifici, riqualificati come musei, gallerie, saloni per eventi, prevedono l'installazione di impianti tecnologici e di servizio permanenti o temporanei, ad esempio elettrici, termici, di climatizzazione, ascensori, con i relativi ulteriori rischi associati.

I pericoli di incendio tipici dei cantieri edili sono amplificati nelle attività di restauro degli edifici pregevoli, come ad esempio:

- effettuazioni di lavorazioni meccaniche per attrito (tagli, forature, levigature, ecc.) su elementi lignei, volte, solai e cavedi in cannucciato;
- deposito ed impiego di solventi e reagenti infiammabili;
- presenza di molteplici maestranze, con conoscenza e consapevolezza diversificata dei rischi d'incendio;
- disattivazione temporanea dei sistemi di protezione attiva antincendi.

Nella fase di progettazione del cantiere di restauro vanno, quindi, definite le diverse aree di servizio e di lavoro per le quali, in funzione delle proprie caratteristiche, si individueranno i relativi fattori di rischio e le misure di sicurezza da applicarvi.

Ad esempio, in un cantiere di restauro tipo della Soprintendenza Speciale Archeologia, Belle Arti e Paesaggio di Roma del MIBACT le misure antincendio che normalmente vengono applicate si riscontrano in:

- individuazione degli operatori addetti alla gestione dell'antincendio;
- installazione di adeguata cartellonistica indicante le misure di emergenza;
- affissione di planimetrie ed indicazioni dei percorsi di esodo e delle zone sicure;
- installazione di dispositivi di estinzione portatili sia presso le aree di servizio (es.: spogliatoio) che di lavoro, in misura ed ubicazione tali a garantire l'immediata fruibilità degli stessi in caso di necessità;
- apparecchi di illuminazione di sicurezza portatili presso tutte le aree di cantiere interne ove non presenti sistemi di illuminazione di emergenza e presso i ponteggi ove presenti schermature;
- adeguata individuazione delle zone di deposito dei materiali con particolare riferimento alle limitazioni circa i materiali con alto indice di infiammabilità, come ad esempio i solventi utilizzati per il restauro;
- registrazione delle presenze in cantiere.

I fattori di pericolo, uniti agli elementi di vulnerabilità, comportano quindi rischi elevati per il patrimonio culturale, con possibilità di ripristini post incidentali soltanto parziali ed estremamente onerosi, che lasciano comunque cicatrici indelebili nella storia del nostro Paese.

Sarebbe opportuno quindi prevedere, anche eventualmente a livello normativo, una particolare attenzione per la sicurezza antincendio per i cantieri negli edifici tutelati, volta a ridurre i maggiori rischi, introducendo misure gestionali, di prevenzione e protezione antincendi dedicate.

Di seguito se ne suggeriscono alcune:

- impiego di cavi e conduttore degli impianti elettrici di cantiere non propaganti l'incendio;
- segregazione degli impianti provvisori di cantiere in cavei resistenti al fuoco;
- impiego di materiali e sostanze incombustibili o comunque meno suscettibili all'incendio, ad esempio installando ponteggi metallici invece che in legno, trattando i materiali combustibili con vernici ignifughe, utilizzando stucchi e solventi non infiammabili, ecc.;
- deposito dei materiali e delle sostanze pericolose del cantiere in compartimenti antincendi, limitandone i quantitativi all'interno degli edifici alle strette esigenze delle lavorazioni in atto;
- adozione di specifiche procedure gestionali di sorveglianza antincendio qualora sia necessario disattivare gli impianti di protezione attiva per lo svolgimento di talune lavorazioni;
- esecuzione controllata delle lavorazioni pericolose, con procedure di ispezione e sorveglianza contro i rischi di fuoco covante, specialmente per le strutture lignee, i tavolati ed i cannucciati che nei secoli hanno ridotto il loro contenuto di umidità e che quindi potrebbero comportare incendi anche a distanza di ore dalla chiusura giornaliera del cantiere;
- disattivazione degli impianti e delle apparecchiature non strettamente occorrenti alle lavorazioni in atto;
- adozione di piani formativi e informativi antincendio per le maestranze impiegate nel cantiere.

In conclusione, affermiamo che pur non essendo mai nullo il rischio d'incendio per definizione, le maggiori misure di sicurezza e la crescita di conoscenza e consapevolezza da parte di tutti i soggetti interessati nel restauro degli edifici pregevoli potranno certamente contribuire a preservare il patrimonio culturale del Paese, bene unico ed irrinunciabile che caratterizza la storia e quindi tutti noi.

4. Attività soggette ai controlli di prevenzione incendi

Nei capitoli 2 e 3 di questo documento sono stati individuati ed esaminati i materiali, gli impianti e le lavorazioni che assumono rilievo nella valutazione del rischio d'incendio e nell'individuazione delle principali misure di prevenzione e protezione da adottare.

Si configurano delle specifiche attività soggette al controllo del C.N.VV.F. in relazione ai parametri che definiscono materiali, impianti e lavorazioni, qualora vengano superate determinate soglie per quantitativi, potenzialità di macchinari piuttosto che numero di addetti, fermo restando il rispetto della normativa tecnica vigente in materia di prevenzione incendi in esito alla valutazione del rischio condotta.

Queste attività soggette al controllo del C.N.VV.F. sono individuate dal d.p.r. 151/2011 che disciplina anche l'iter procedimentale da seguire al fine di garantire la legittimità amministrativa dell'esercizio ai fini della prevenzione incendi.

L'avvio di una delle attività individuate dal d.p.r. 151/2011 inteso come legittimità all'esercizio ai fini della prevenzione incendi, è subordinato a due tipologie di adempimenti: uno di carattere amministrativo (parte formale) e uno di carattere tecnico inerente il rispetto della normativa tecnica (parte sostanziale).

Nel seguito si riportano indicazioni utili all'assolvimento di tali adempimenti.

4.1 Gli adempimenti amministrativi

L'allegato I del citato d.p.r. 151/2011, riporta l'elenco delle 80 attività soggette al controllo dei VV.F..

Nella tabella seguente sono riportate quelle che con più probabilità possono essere presenti nell'attività edilizia; nella prima colonna è indicato il numero identificativo rispetto alle 80 attività soggette a controllo, nell'ultima colonna sono riportati i riferimenti legislativi ed esplicativi utili alla progettazione e all'esercizio delle attività a rischio specifico di incendio.

N.	ATTIVITÀ	CATEGORIA			NORME PREVENZIONE INCENDI APPLICABILI
		A	B	C	
3	Impianti di riempimento, depositi, rivendite di gas infiammabili in recipienti mobili:				Depositi gas naturale d.m. 3.2.2016
	a) compressi con capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m ³		rivendite, depositi fino a 10 m ³	Impianti di riempimento, depositi oltre 10 m ³	Depositi piccoli di GPL in recipienti mobili Circolare n. 74 del 20.09.1956
	b) disciolti o liquefatti per quantitativi in massa complessivi superiori o uguali a 75 kg	Depositi di GPL fino a 300 kg	rivendite, depositi di GPL oltre 300 kg e fino a 1.000 kg, depositi di gas infiammabili diversi dal GPL fino a 1.000 kg	Impianti di riempimento, depositi oltre 1.000 kg	Depositi grandi di GPL d.m. 13.10.1994
4	Depositi di gas infiammabili in serbatoi fissi:				Depositi piccoli di GPL in serbatoi fissi d.m. 14.05.2004
	a) compressi per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m ³		fino a 2 m ³	oltre i 2 m ³	Depositi gas naturale d.m. 3.2.2016
	b) disciolti o liquefatti per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,3 m ³	Depositi di GPL fino a 5 m ³	Depositi di gas diversi dal GPL fino a 5 m ³ Depositi di GPL da 5 m ³ fino a 13 m ³	Depositi di gas diversi dal GPL oltre i 5 m ³ Depositi di GPL oltre i 13 m ³	Depositi grandi di GPL d.m. 13.10.1994
5	Depositi di gas comburenti compressi e/o liquefatti in serbatoi fissi e/o recipienti mobili per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 3 m ³		fino a 10 m ³	oltre i 10 m ³	Depositi gas comburenti Circolare 15.10.1964, n. 99
13	Impianti fissi di distribuzione carburanti per l'autotrazione, la nautica e l'aeronautica; contenitori - distributori rimovibili di carburanti liquidi				Distributori di carburanti liquidi d.m. 31.7.1934 e Circolare 10.2.1969, n. 10 e decreti associati
	a) Impianti di distribuzione carburanti liquidi	Contenitori distributori rimovibili e non di carburanti liquidi fino a 9 m ³ con punto di infiammabilità	Solo liquidi combustibili	tutti gli altri	Contenitori-distributori di gasolio ad uso privato d.m. 22.11.2017

N.	ATTIVITÀ	CATEGORIA			NORME PREVENZIONE INCENDI APPLICABILI
		A	B	C	
		superiore a 65 °C			
34	Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo, biblioteche, depositi per la cernita della carta usata, di stracci di cascami e di fibre tessili per l'industria della carta, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg		fino a 50.000 kg	oltre 50.000 kg	Codice di prevenzione incendi (RTO) d.m. 3.8.2015 (Aggiornato il 24.03.2020)
36	Depositi di legnami da costruzione e da lavorazione, di legna da ardere, di paglia, di fieno, di canne, di fascine, di carbone vegetale e minerale, di carbonella, di sughero e di altri prodotti affini con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg con esclusione dei depositi all'aperto con distanze di sicurezza esterne superiori a 100 m		fino a 500.000 kg	oltre 500.000 kg	Codice di prevenzione incendi (RTO) d.m. 3.8.2015 (Aggiornato il 24.03.2020)
49	Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW	fino a 350 kW	oltre 350 kW e fino a 700 kW	oltre 700 kW	Gruppi elettrogeni d.m. 13.7.2011
66	Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico - alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone.	fino a 50 posti letto	oltre 50 posti letto fino a 100 posti letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.)	oltre 100 posti letto	Attività turistico-alberghiere d.m. 09.04.1994 (aggiornato al 09.03.2020) Codice di prevenzione incendi (RTO) e relativa Regola Tecnica Verticale (RTV) d.m. 3.8.2015 (Aggiornato il 24.03.2020)
74	Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW	fino a 350 kW	oltre 350 kW e fino a 700 kW	oltre 700 kW	Impianti termici alimentati con gas d.m. 8.11.2019 Impianti termici alimentati con liquidi d.m. 28.4.2005
75	Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluripiano e meccanizzati di superficie complessiva coperta superiore a 300 m ² ; locali adibiti al ricovero di natanti ed aeromobili di superficie superiore a 500 m ² ; depositi di mezzi rotabili (treni, tram ecc.) di superficie coperta superiore a 1.000 m ²	Autorimesse fino a 1.000 m ²	Autorimesse oltre 1.000 m ² e fino a 3.000 m ² ; ricovero di natanti ed aeromobili oltre 500 m ² e fino a 1000 m ²	Autorimesse oltre 3000 m ² ; ricovero di natanti ed aeromobili di superficie oltre i 1000 m ² ; depositi di mezzi rotabili	Autorimesse d.m. 1.2.1986 Codice di prevenzione incendi (RTO) e relativa Regola Tecnica Verticale (RTV) d.m. 3.8.2015 (Aggiornato il 24.3.2020)

ESTRATTO TABELLA ATTIVITÀ SOGGETTE - ALL. I - D.P.R. 151/2011

Ad ognuna di esse corrisponde un iter procedimentale proporzionato in base a detta complessità:

Categoria A: in essa rientrano le attività che non sono suscettibili di provocare rischi significativi (basso rischio) e che sono contraddistinte da un limitato livello di complessità (consistenza attività, quantitativo materiali presenti, ...) e da norme tecniche di riferimento.

Per le attività di categoria A il titolare dell'attività presenta, al competente Comando dei VV.F., la SCIA (Segnalazione Certificata di Inizio Attività: art. 4 del d.p.r. 151/2011)⁵, per dare inizio all'attività.

⁵ Qualora per vincoli oggettivi non si riesce a rispettare la regola tecnica applicabile all'attività dovrà essere presentato un progetto di deroga ai sensi art. 7 del d.p.r. 151/2011 ai fini della preventiva approvazione

Il competente Comando dei VV.F., constatata la completezza della istanza, rilascia immediatamente la ricevuta di avvenuta presentazione e l'attività si intende autorizzata.

Entro i successivi 60 giorni, lo stesso Comando effettua controlli attraverso visite tecniche che possono essere eseguite a campione.

Per le attività ricadenti nella categoria A non è richiesto l'esame preventivo del progetto da parte dei VV.F..

Categoria B: in essa rientrano le attività con maggiore livello di complessità, con rischio di livello medio e le attività che non hanno normativa tecnica di riferimento.

Per poter esercire il titolare di un'attività di categoria B presenta preventivamente l'istanza di valutazione del progetto, ai sensi dell'art. 3 e/o art. 7 del d.p.r. 151/2011, al competente Comando dei Vigile del Fuoco (che si esprime nel termine previsto di 60 giorni) ai fini del rilascio del parere di conformità del progetto alla normativa e ai criteri tecnici di prevenzione incendi.

Ottenuto tale parere favorevole (con o senza condizioni), prima dell'inizio effettivo dell'esercizio, lo stesso titolare presenta la SCIA ai sensi dell'art. 4 del d.p.r.151/2011.

Anche in questo caso come per le attività di categoria A, sono previsti controlli a campione.

Categoria C: in essa rientrano le attività ad elevato rischio e ad alto livello di complessità tecnico-gestionale, indipendentemente dalla presenza di una normativa tecnica di riferimento; è richiesto il parere di conformità del progetto alla normativa e ai criteri tecnici di prevenzione incendi del competente Comando dei VV.F. con la presentazione dell'istanza di valutazione del progetto di cui all'art. 3 e/o art. 7 del d.p.r. 151/2011.

Il Comando dei VV.F. entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione completa si pronuncia sulla conformità (con o senza condizioni).

L'attività può iniziare dopo la presentazione della SCIA, ai sensi dell'art. 4 del d.p.r. 151/2011 che costituisce atto autorizzativo ai fini antincendio.

Nel caso di attività di categoria C, i VV.F. procederanno in ogni caso al controllo dell'attività.

Nella tabella seguente è riassunto l'iter procedimentale previsto dal d.p.r. 151/2011 per le 3 categorie A, B e C.

	Attività	Categoria A Basso rischio	Categoria B Medio rischio	Categoria C Alto rischio
1	Parere VV.F.	NON previsto	Valutazione con emissione parere di conformità dei progetti entro 60 gg da parte dei VV.F.	
2	SCIA	Avvio attività tramite SCIA		
3	Controllo VV.F.	Controllo a campione tramite sopralluogo entro 60gg da parte dei VV.F.		Controllo sistematico tramite sopralluogo entro 60gg da parte dei VV.F.

ITER PROCEDIMENTALE - D.P.R. 151/2011 PER LE 3 CATEGORIE A, B E C

I contenuti delle istanze di valutazione del progetto e della SCIA, la documentazione da allegare e le modalità di presentazione sono definiti essenzialmente dallo stesso d.p.r. 151/2011 e ulteriormente integrati dalle disposizioni del d.m. 7 agosto 2012 a cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

La documentazione allegata alle istanze di cui sopra deve dimostrare la conformità dell'attività alla normativa antincendi vigente.

La suddetta conformità deve essere garantita nel tempo conducendo l'attività nel rispetto degli obblighi di cui all'art. 6 del d.p.r. 151/2011. A fronte di modifiche che mutano le condizioni della sicurezza antincendi (variazioni di percorsi di esodo ad esempio per adeguamento degli spazi a gestione COVID-19, aumento dei materiali combustibili, ecc.) dovrà essere fatta una valutazione secondo i contenuti dell'allegato IV al d.m. 7 agosto 2012.

Se per entità e tipologia, dette modifiche non rientrano nella casistica prevista dal suddetto allegato, esse potranno essere considerate non sostanziali e quindi non sarà necessario presentare una nuova SCIA ma si potrà aggiornare la documentazione all'atto della presentazione dell'attestazione di rinnovo periodico, di cui si parlerà in seguito.

Qualora le modifiche siano sostanziali ai fini antincendio, si verificano due situazioni:

1. *non aggravio del rischio incendio*: in tal caso andrà presentata una nuova SCIA secondo quanto indicato all'art. 4 c. 6 del d.p.r. 151/2011 e s.m.i. dichiarando perché è stato valutato il non aggravio di rischio ai fini antincendio;
2. *aggravio del rischio incendio*: in tal caso si dovrà procedere ad un riesame dell'attività, tramite valutazione del progetto per le sole attività in cat. B e C, ed andrà poi presentata una nuova SCIA secondo quanto indicato all'art. 4 c. 6 del d.p.r. 151/2011 e s.m.i..

La richiesta di rinnovo periodico di conformità antincendio che, ogni cinque anni⁶, il titolare delle attività soggette ai controlli dei VV.F. è tenuto ad inviare al Comando territorialmente competente, consiste in una dichiarazione attestante l'assenza di variazioni alle condizioni di sicurezza antincendio, ai sensi dell'art. 5 del d.p.r. 151/2011.

Con la SCIA, dunque, non si attesta una conformità valida a prescindere dalla durata temporale dell'attività ma un "accettabile/condiviso" livello di sicurezza antincendio, che dovrà essere mantenuto e confermato periodicamente, e al di sotto del quale non si potrà andare nel corso dell'esercizio dell'attività.

4.2 Regole tecniche di riferimento

Nella fase di progettazione esecutiva e di progettazione dell'allestimento di cantiere, in relazione alle caratteristiche costruttive dell'opera che si va a realizzare e alle dimensioni e all'organizzazione dello stesso cantiere, è possibile che alcune attività fra quelle riportate nell'allegato I del d.p.r. 151/2011 siano presenti e conseguentemente soggette all'attività di prevenzione incendi effettuate dal C.N.VV.F..

Le attività soggette al controllo di prevenzione incendi saranno definite nei documenti della sicurezza previsti dal d.lgs. 81/08 e s.m.i., specifici per il cantiere in relazione all'analisi e alla valutazione dei rischi e alle misure di prevenzione e protezione da adottare.

In tali documenti si terrà conto delle disposizioni contenute nella normazione tecnica specifica per la prevenzione incendi e dei conseguenti adempimenti tecnico-amministrativi esaminati nel paragrafo precedente, in carico ai diversi soggetti interessati: al committente, alle imprese (affidatarie ed esecutrici), ai coordinatori per la sicurezza e agli addetti antincendio.

Come già evidenziato, nella tabella estratta attività soggette è stata inserita una colonna nella quale in corrispondenza di ciascuna attività sottoposta ai controlli del C.N.VV.F. sono riportate le indicazioni della normativa tecnica applicabile.

Si sottolinea come il rispetto della normativa tecnica di riferimento deve essere sempre soddisfatto anche se l'attività non è fra le 80 di cui all'allegato I del d.p.r. 151/2011 e quindi non è soggetta al controllo del C.N.VV.F..

In alcuni casi una normativa di prevenzione incendi, generalmente con la forma di Decreto del Ministero dell'Interno, può riportare misure anche per le attività in cui il parametro caratteristico sia al di sotto della soglia di applicabilità del d.p.r. 151/2011 (ad es.: il d.m. 8 novembre 2019 che regola gli impianti termici a gas, detta misure per quelli di potenzialità superiore a 35 kW, ma gli impianti soggetti ai controlli del C.N.VV.F. sono solo quelli con potenzialità superiore 116).

La normativa di prevenzione incendi riferita ad una specifica attività rappresenta comunque una utile indicazione ai fini della riduzione del rischio d'incendio anche nel caso in cui l'entità del parametro caratteristico (quantità, potenzialità, numero di addetti, ecc.) sia più basso della soglia prevista per la sua applicabilità e in assenza di altra norma specifica.

Nel seguito sono esaminate sinteticamente le norme tecniche utili alla progettazione e all'esercizio delle più frequenti attività a rischio specifico di incendio presenti nei cantieri per l'edilizia.

Attività 3 e 4 - Depositi di gas infiammabili in recipienti mobili e in serbatoi fissi

I cantieri possono avere attività diverse: è comunque ragionevole ipotizzare che sia necessario utilizzare gas GPL ovvero gas naturale e che, di conseguenza, possano essere presenti depositi di gas in recipienti mobili o in serbatoi fissi.

I gas in natura si possono dividere in due grandi categorie in funzione del comportamento che hanno nell'aria: gas pesanti, come ad esempio il GPL (sono miscele di gas petroliferi: propano, propilene, butano, butilene, ...) e gas leggeri come ad esempio i gas naturali (principalmente metano e biogas).

Si ricorda che a causa di questa caratteristica intrinseca, i primi sono notevolmente più pericolosi dei secondi.

La presenza di un deposito di gas comporta la possibile circostanza che una perdita possa formare la miscela pericolosa.

La situazione di presenza dell'innesco come concausa porta all'incendio o all'esplosione.

È evidente che bisogna contrastare sia le circostanze che permettono di ottenere la concentrazione d'innesco della miscela (magari con la ventilazione degli ambienti), che le circostanze che permettono la concausa dell'innesco.

In caso di ambienti chiusi, la ventilazione è la strategia più importante per diluire il gas della perdita nell'aria. Evidentemente avendo due aperture, una in alto (sopra a ogni punto di possibile perdita) e l'altra in basso (a

⁶ Per le attività di cui ai numeri 6, 7, 8, 64, 71, 72 e 77 dell'allegato I del d.p.r. 151/2011, la cadenza quinquennale è elevata a 10 anni (art. 5 c. 2 del d.p.r. 151/2011)

livello del pavimento), si riesce a diluire (o “lavare”) il gas presente nell’ambiente con l’aria: che entra dall’alto e esce dal basso per smaltire il GPL, mentre entra dal basso e esce dall’alto per smaltire i gas naturali.

Si potrebbe utilizzare anche un sistema di ventilazione forzata, nel caso venga attivato da un analizzatore che controlla la presenza del gas e fa partire la ventilazione.

Questa soluzione è economicamente onerosa e va approvata dai VV.F. (in deroga ex art. 7 d.p.r. 151/2011), perché non è qualificata in norma.

Evidentemente è necessario impedire l’avvicinamento di persone, animali, veicoli ai depositi, per ridurre il rischio di danni e soprattutto di innesco.

Conseguentemente le norme prescrivono delle recinzioni e delle zone di rispetto.

Le zone di rispetto devono essere sgombre, prive di ogni vegetazione, per evitare incendi accidentali, e di larghezza almeno pari alla distanza di protezione.

Le distanze di rispetto prescritte nella norma dipendono dal tipo di deposito e dalla potenzialità del deposito stesso.

Nelle norme, le recinzioni hanno prescrizioni di altezza (minimo m 1.8) e, l’altezza prescritta, può aumentare nei tratti di recinzione verso le strade pubbliche ovvero verso fabbricati del vicinato, privati o pubblici.

Solo per il GPL i muri di cinta, sufficientemente alti, possono fare da barriera e allungano la distanza di protezione di fatto, rispetto al confinante.

Il GPL, essendo più pesante dell’aria, si muove sul terreno, quindi può raggiungere il confine solo dopo aver aggirato il muro, perché non può superarlo dall’alto.

Per il GPL, con un muro come barriera si riesce a rispettare facilmente la distanza di protezione, almeno in alcuni casi.

Le recinzioni devono essere continue, robuste, incombustibili e idonee a evitare l’avvicinamento.

Nel contempo essa deve essere chiudibile con serratura o lucchetto e ha delle prescrizioni sul numero degli accessi e sulle relative larghezze.

Gli accessi devono rispettare sia i vincoli per l’esodo in caso di incendio che le esigenze di esercizio e di manutenzione del deposito stesso.

Le distanze sono le prescrizioni più articolate che le norme sui depositi di gas forniscono e sono riferite a distanza di sicurezza interna, distanza di sicurezza esterna e altre distanze particolari (rispetto a ferrovie, linee elettriche aeree, sosta autocisterna, ecc.).

In generale, ogni deposito di gas, sia in serbatoio fisso che in recipienti mobili, ha degli elementi pericolosi che lo caratterizzano (recipiente, eventuali stazioni di compressione o decompressione, punto di carico/riempimento, zona di sosta autocisterna, ogni altro elemento che può provocare incendio o esplosione per un guasto).

L’elemento pericoloso è quel “soggetto” il cui guasto può scatenare la perdita e quindi l’evento catastrofico di incendio o esplosione.

Di contro, intorno al deposito ci possono essere una serie di “soggetti” che possono essere danneggiati e, in qualche modo, subiscono le conseguenze dell’incidente e quindi del guasto originario o primario.

I soggetti subenti, che subiscono il guasto, possono essere interni al deposito di gas ovvero interni al sito di proprietà del deposito (fabbricati interni al sito, area di parcheggio autocisterna gas, elementi del deposito stesso, ...), ma anche esterni (fabbricati esterni, terreni edificabili confinanti al sito, ...).

In generale ogni norma di riferimento per depositi di gas definisce le distanze di sicurezza interna (come distanza minima da garantire tra gli elementi pericolosi e i “soggetti subenti” interni al sito) e le distanze di sicurezza esterna (come distanza minima da garantire tra ogni elemento pericoloso e ogni “soggetto subente” esterno al sito).

Nelle norme ci sono indicazioni specifiche di distanza minima rispetto alle linee elettriche aeree di alta tensione.

Ad esempio, per le ferrovie si hanno 15 m per i serbatoi fissi e 20 m per i depositi di recipienti mobili; per le linee elettriche aeree rispetto ai serbatoi fissi GPL la prescrizione è di 15 m.

In generale la distanza prescritta per le linee aeree dipende dalla tensione nominale della linea elettrica.

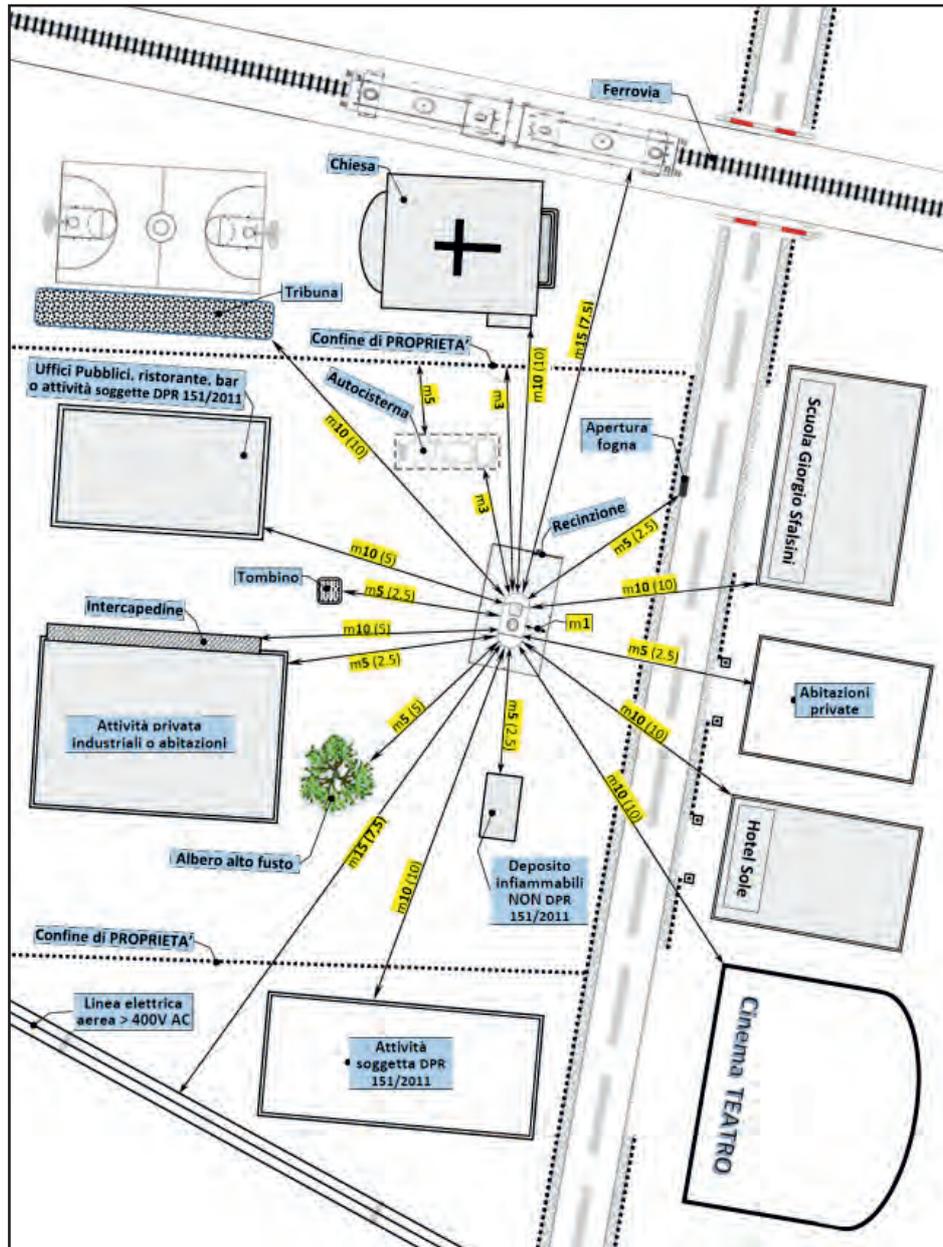
Va specificato che le distanze di sicurezza interne o esterne cambiano se si adottano soluzioni tecniche più sicure; ad esempio per serbatoi fissi di GPL, di medie dimensioni, se si interra il serbatoio le distanze di sicurezza si dimezzano, rispetto a un serbatoio equivalente installato fuori terra.

Bisogna anche sottolineare il caso in cui il “soggetto subente” (interno o esterno) sia a maggior rischio incendio per presenza di pubblico (cinema, chiese, teatri, ...), per attività di pubblica utilità (amministrazione pubblica, ospedale, ...) o per l’utilizzo di prodotti infiammabili, esplosivi o incendiabili nelle attività.

Di conseguenza, in questi casi di maggior rischio, le distanze di sicurezza devono essere aumentate del 50%.

Esaminiamo, ad esempio, le distanze da rispettare per un serbatoio GPL di piccole dimensioni (inferiore a 3 m³ di capacità del deposito), con riferimento alla norma riportata nel d.m. 14 maggio 2004.

Lo scopo è dare l’impatto visivo delle varie distanze per agevolare l’extrapolazione agli altri casi.



DISTANZE DA RISPETTARE PER UN SERBATOIO GPL DI PICCOLE DIMENSIONI

L'esempio riguarda un serbatoio fuori terra e, per ogni misura, tra parentesi è indicata la relativa distanza nel caso in cui il medesimo serbatoio fosse interrato.

L'esempio proposto è abbastanza rappresentativo dei casi da considerare nel verificare le distanze perché i depositi di gas naturale hanno minori "soggetti" da verificare rispetto al GPL, perché il gas naturale tende a salire nell'aria, quindi non ci sono prescrizioni sui pericoli che riguardano punti sotto al livello di calpestio (tombini, cunicoli, intercapedini, ...).

Di seguito si esplicano le norme tecniche di riferimento per le attività 3 e 4 del d.p.r. 151/2011, con il relativo campo di applicazione, per facilitare l'individuazione delle prescrizioni conoscendo il gas utilizzato, il tipo di deposito e la relativa potenzialità.

Il d.m. 3 febbraio 2016 tratta i gas naturali con densità inferiore a 0.8 e i biogas con densità anche superiore a 0.8.

Questo decreto, principalmente nella sez. III, tratta i depositi di recipienti mobili, di cui alla attività 3° del d.p.r. 151/2011 avendo le potenzialità indicate nel seguente campo di applicazione.

La classificazione della potenzialità è fatta sulla base della capacità di accumulo che è il volume normalizzato a 1 bar del deposito.

Categoria deposito fisso	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 2	Cat. 1
Capacità di accumulo CdA (m ³)	75 < CdA ≤ 850	850 < CdA ≤ 5000	5000 < CdA ≤ 10000	10000 < CdA

Il medesimo d.m. 3 febbraio 2016, principalmente nella sez. II, tratta i depositi con serbatoi fissi, di cui alla attività 4a del d.p.r. 151/2011, sulla base della capacità di accumulo massimo depositabile in recipienti, determinata in volume normalizzato a 1 bar.

Categoria deposito fisso	Cat. 4	Cat. 3	Cat. 2	Cat. 1
Capacità di accumulo CdA (m ³)	CdA ≤ 1000	1000 < CdA ≤ 20000	20000 < CdA ≤ 120000	120000 < CdA

La Circolare MI n. 74 del 20 settembre 1956 si occupa di depositi per recipienti mobili di GPL di cui alla attività 3b del d.p.r. 151/2011, riferita ai pesi massimi accumulabili nel deposito.

Descrizione sintetica parametri di sicurezza	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3
Peso massimo GPL nel deposito in (kg)	5000	1000	300

Il d.m. 14 maggio 2004 si occupa di depositi GPL in serbatoi fissi di cui alla attività 4b del d.p.r. 151/2011, classificato sulla base del volume geometrico interno dei serbatoi fissi installati.

Capacità del deposito CD in (m ³)	CD ≤ 0,3	0,3 < CD ≤ 3	3 < CD ≤ 5	5 < CD ≤ 13
---	----------	--------------	------------	-------------

Ove la somma dei volumi geometrici dei serbatoi del deposito dovesse essere più grande di 13 m³ si deve far riferimento al d.m. 13 ottobre 1994.

Attività 5 - Depositi di gas comburenti

Nei cantieri è possibile che sussista l'esigenza di detenere gas comburenti quali l'ossigeno.

Le misure di sicurezza riguardo l'ossigeno liquido sono riportate nella Circolare MI 15 ottobre 1964 n. 99 alla quale ha fatto seguito la lettera Circolare MI del 21 marzo 1979, inerente il campo di applicazione, ed alcuni chiarimenti.

La circolare contempla anche le misure di prevenzione incendi per i depositi non soggetti a controllo da parte dei VV.F..

Esse dovranno essere adottate sotto la responsabilità del titolare dell'attività e del progettista.

I pericoli tipici dei gas derivano dallo stato fisico in cui si trovano (pressione e bassa temperatura), dalle loro proprietà chimiche (infiammabilità, tossicità e comburenza) e dalla riduzione dell'ossigeno atmosferico provocata dalla loro presenza (gas inerti o asfissianti).

L'ossigeno è il gas che ha il più largo impiego in numerosi settori dell'edilizia e dell'industria: viene utilizzato per la sua proprietà comburente, cioè per mantenere o attivare combustioni, per esempio in siderurgia, per la sua proprietà ossidante.

La proprietà dell'ossigeno di concorrere attivamente nei processi di combustione è alla base della sua pericolosità; perché una combustione possa avvenire è indispensabile la presenza di un comburente, normalmente è l'aria.

Il carattere comburente dell'aria è dovuto all'ossigeno in essa contenuto (21%) e tale caratteristica si esalta quanto più è alta la percentuale di ossigeno nell'atmosfera: la sovraossigenazione, provocata da immissione di ossigeno voluta o accidentale, è una condizione di grande pericolosità.

Scintille che sarebbero senza pericolo in atmosfera normale, possono, in atmosfera ricca di ossigeno, accendere materiali anche difficilmente combustibili in aria.

Gli oli e grassi sono particolarmente pericolosi in atmosfera sovraossigenata, possono accendersi in modo spontaneo e bruciare con andamento esplosivo.

Queste sostanze non devono mai essere impiegate per lubrificare apparecchi funzionanti con ossigeno.

In atmosfera sovraossigenata la combustione può essere innescata dalla accensione di una sigaretta.

Dove vi è il pericolo di arricchimento di ossigeno della atmosfera, il divieto di fumare deve essere assoluto.

In generale, quando si presume di potersi trovare in presenza di atmosfere con eccesso di ossigeno, non fumare, non lubrificare con oli o grassi, non detergere con alcol e o altri solventi infiammabili, evitare l'accumulo di elettricità statica, provvedere ad aerare l'ambiente rappresentano misure di prevenzione necessarie.

L'ossigeno deve essere utilizzato esclusivamente per gli usi ai quali è destinato.

È assolutamente vietato perché pericolosissimo usare ossigeno in luogo di aria compressa per attività diverse, quali ad esempio:

- azionamento di utensili pneumatici,
- verniciatura a spruzzo,
- gonfiaggio di pneumatici,
- pulizia e prova di tenuta di tubazioni,
- ventilazione di ambienti chiusi,
- spolveratura di macchine e vestiti.

Evitare per quanto possibile l'uso dell'ossigeno in gallerie, pozzi, buche, locali chiusi o mal aerati.

Se si opera con cannello da taglio ossiacetilenico in ambiente chiuso, l'atmosfera si arricchisce a poco a poco dell'ossigeno in eccesso che fuoriesce dal cannello fino a raggiungere concentrazioni alle quali gli indumenti dell'operatore possono essere innescati da una semplice scoria.

Se l'ambiente è poco arieggiato, è necessario installare una ventilazione forzata.

Le bombole dell'ossigeno devono essere collocate all'aria libera o installate in apposito locale costruito con materiale non combustibile, adeguatamente ventilato e usato esclusivamente per questo scopo.

Il deposito deve essere protetto dalla presenza di linee elettriche che potrebbero costituire potenziali sorgenti d'innescio e posto a distanza di sicurezza da depositi di combustibili solidi o liquidi e gas infiammabili.

Inoltre, risulta di fondamentale importanza, sulla base della scheda dei dati di sicurezza del gas, fornire ai lavoratori idonea informazione e formazione su movimentazione, uso, stoccaggio e deposito delle bombole, nonché sulle misure in caso di fuoriuscite accidentali di prodotto.

Attività 13 punto 13.1 - Contenitori distributori rimovibili e non di carburanti liquidi fino a 9 m³ con punto di infiammabilità > 65 °C

Per contenitori distributori rimovibili di liquido combustibile di categoria C⁷ fino a 9 m³ si intende un complesso di attrezzature, installate fuori terra, costituito da serbatoio, idoneo a contenere carburante liquido di categoria C, di capacità geometrica non superiore a 9 m³, collegato ad apparecchiatura per l'erogazione del liquido contenuto.

Tale complesso di attrezzature, c.d. cisterne rimovibili, sono utilizzate all'interno dei cantieri edili per il rifornimento di carburante (gasolio) di macchine e automezzi.

Detto deposito rientra tra le attività soggette ai controlli di prevenzione, in particolare al numero 13 dell'allegato I del d.p.r. 151/2011 classificato nella categoria A.

Per tali contenitori distributori, si deve fare riferimento alla regola tecnica approvata con il d.m. 22 novembre 2017. Tale regola tecnica di prevenzione incendi prevede in sintesi:

- i criteri di installazione e le caratteristiche costruttive (d.m. 22 novembre 2017 allegato 1 punto 4).
I contenitori-distributori possono essere messi in opera solo se dotati di conformità CE dei componenti, manuale di installazione, uso e manutenzione fornito da fabbricante con targa di identificazione; se a parete singola dovrà essere posizionato all'interno di un bacino di contenimento per contenere eventuali perdite;
- le distanze di sicurezza (d.m. 22 novembre 2017 allegato 1 punto 5);
Sono individuate le distanze minime di sicurezza dei contenitori-distributori da fabbricati, eventuali fonti di accensione, depositi di materiali combustibili e/o infiammabili sia se compresi in attività soggette ai controlli di prevenzione incendi (d.p.r. 151/2011) sia se escluse da esse. Sono indicate anche le distanze da linee ferroviarie, tranviarie e linee elettriche aeree;
- il numero/tipologia di estintori (d.m. 22 novembre 2017 allegato 1 punto 8);
- i requisiti dell'impianto elettrico e di quello di messa a terra (d.m. 22 novembre 2017 allegato 1 punto 7);
- la segnaletica e le norme di esercizio (d.m. 22 novembre 2017 allegato 1 punto 6 e 9);
- l'esercizio e la manutenzione del contenitore-distributore sono effettuati in accordo alla regolamentazione vigente e al relativo manuale d'uso e manutenzione, predisposto dall'installatore o dal fabbricante, anche sulla base dei dati forniti dai fabbricanti dei componenti installati e fornito al responsabile dell'attività.

⁷ Carburante liquido di categoria C: carburante liquido avente un punto di infiammabilità da oltre 65 °C sino a 125 °C. Rientrano nella categoria C anche i liquidi combustibili con punto di infiammabilità inferiore a 65°C, ma non sotto i 55°C, purché la prova del grado di infiammabilità sia completata da una prova di distillazione frazionata, nella quale non si dovrà avere, a 150° C, più del 2 per cento di distillato.

Attività 34 - Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo

Nei cantieri potrebbe essere necessario realizzare depositi di carta, cartoni o realizzare un archivio. Dette attività rientrano tra quelle ascrivibili al punto 34 del d.p.r. 151/2011 che riguardano i depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo che ricadono nella categoria B, se trattano quantitativi in massa di materiale da 5.000 fino a 50.000 Kg o nella categoria C se il quantitativo in massa eccede i 50.000 kg.

Nel Codice di prevenzione incendi sono riportate le azioni e gli accorgimenti tecnici che il datore di lavoro, al fine di tutelare l'incolumità delle persone e la salvaguardia dei beni dal rischio incendio, deve attuare nel caso in cui il materiale sia immagazzinato all'aperto o all'interno di locali.

I depositi temporanei all'aperto devono essere ubicati a distanza di sicurezza rispetto ad altre attività il cui processo di lavorazione comporti il rischio di esplosione o incendio.

Le aree di stoccaggio del materiale possono essere munite di tettoia, ovvero una copertura che presenti almeno due lati liberi.

In presenza di grossi quantitativi di materiale, è possibile il frazionamento di questo in più depositi, al fine di ridurre il carico di incendio e ciascun deposito dovrà essere separato dall'altro da viabilità interna di larghezza congrua.

L'area di stoccaggio dovrà essere munita di un impianto idrico antincendio composto da naspi, distribuiti in modo da consentire l'intervento in tutti i settori del sito.

I depositi devono essere muniti di segnaletica di sicurezza conforme al d.lgs. 81/08 e s.m.i..

I locali adibiti a deposito cartaceo posti all'interno di edifici dovranno essere compartimentati mediante strutture e porte di adeguata resistenza al fuoco; essi dovranno inoltre essere muniti di una superficie di aerazione pari a 1/40 della superficie in pianta.

Gli accessi alle aree dove sorgono tali tipologie di deposito dovranno essere attestati su aree come vie o piazze, sia pubbliche che private, per consentire l'intervento e la possibilità di manovra dei mezzi dei VV.F.

Nei cantieri edili i cui lavori necessitino del trasferimento temporaneo di archivi di materiale cartaceo e di biblioteche, l'area di stoccaggio temporanea del materiale cartaceo può anche soddisfare i requisiti descritti nella regola tecnica di cui al d.m. 22 febbraio 2006, relativo agli edifici e/o locali destinati ad uffici con più di 25 persone presenti.

Per lavori che interessano gli edifici di interesse storico-artistico, in cui sono presenti "biblioteche od archivi", devono essere tenuti in debita considerazione gli aspetti di compartimentazione, accesso e ventilazione degli ambienti che compongono l'archivio temporaneo⁸.

Il materiale documentale deve essere posizionato all'interno del nuovo locale in scaffali e/o contenitori metallici in quantitativi che non superino i 50 kg/m²; le scaffalature metalliche devono essere posizionate in modo da consentire passaggi liberi non inferiori a 0,90 m tra i materiali ivi depositati.

Nei locali devono essere presenti impianti di spegnimento automatico collegati a sistemi di allarme e deve essere assicurata una ventilazione naturale pari a 1/40 della superficie in pianta, o in alternativa n. 3 ricambi d'aria e comunque una ventilazione naturale pari a 1/40 della superficie in pianta.

Le comunicazioni tra i depositi temporanei ed il resto dell'edificio debbono avvenire tramite porte REI 120 munite di congegno di autochiusura; deve essere prevista l'installazione di estintori portatili almeno uno ogni 150 m² di superficie di pavimento e disposti in posizione ben visibile, segnalata e di facile accesso.

Attività 36 - Depositi di legnami e di altri prodotti affini

I depositi di legnami da costruzione e da lavorazione, e di altri prodotti affini ricadono nell'attività n. 36 dell'allegato I del d.p.r. 151/2011.

Appartengono alla categoria B quei depositi con quantitativi in massa da 50.000 kg a 500.000 kg di materiale infiammabile, mentre per quantitativi superiori ai 500.000 Kg, il deposito ricade nella categoria C.

Per tale attività il riferimento normativo è rappresentato dal Codice di prevenzione incendi, adottando la procedura prevista alla lettera A dell'allegato I al d.m. 7 agosto 2012 per le attività non normate.

Si considerano depositi all'aperto i siti di stoccaggio di materiale combustibile aventi protezioni orizzontali e verticali dagli agenti atmosferici, purché presentino due lati liberi.

Sono esclusi dall'assoggettabilità al controllo del C.N.VV.F. i depositi all'aperto le cui distanze di sicurezza siano superiori ai 100 m rispetto ad altre strutture.

Le distanze di sicurezza esterne vanno misurate tra il perimetro del più vicino fabbricato esterno all'attività oppure rispetto ai confini di aree edificabili.

⁸ Vedi d.m. del 20 maggio 1992 n. 569 per gli edifici storici e d.p.r. 30 giugno 1995 n. 418 per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi da cui discendono le citate misure prescrittive.

Il rischio incendio deve essere sempre oggetto di valutazione da parte del datore di lavoro, con l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza e l'adozione di adeguate misure di prevenzione e protezione, ed in particolare:

- la segnaletica di sicurezza conforme al d.lgs. 81/08 e s.m.i. sia posizionata in modo ben visibile;
- le vie di evacuazione siano sgombre da ostacoli che possano intralciare l'esodo dei lavoratori;
- gli estintori, del tipo approvati dal Ministero dell'Interno, devono essere situati in posizioni facilmente accessibili ed essere distribuiti in maniera uniforme su tutta l'area;
- gli accessi alle aree del deposito dovranno essere su aree, sia pubbliche che private, tali da permettere, in caso di incendio, l'intervento e la possibilità di manovra dei mezzi dei VV.F..

Nei cantieri lo stoccaggio dei materiali, in attesa di essere montati, comporta una grande concentrazione dei valori del carico di incendio in un'area limitata.

I materiali da imballaggio, casseforme e palancole in legno contribuiscono in modo sostanziale all'incremento del rischio.

Alte temperature possono svilupparsi attraverso l'uso di cannelli per guaine o per lavori di saldatura, per scintille provocate da guasti elettrici o per l'utilizzo di flex o smerigliatrici, o semplicemente causate da mozziconi di sigaretta.

È opportuno che sia eliminata tutta la vegetazione secca in prossimità dei depositi e accatastamenti.

Attività 49 - Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria

In occasione di lavori edili o di ingegneria civile in zone non elettrificate o nelle quali non è possibile per altri motivi usufruire di un'alimentazione proveniente dalla rete fissa del Distributore di energia elettrica (ad es.: disponibilità di potenza limitata) o in situazioni d'emergenza, si sopperisce utilizzando gruppi elettrogeni.

Per la prevenzione incendi, i gruppi elettrogeni di potenza superiore ai 25 kW sono considerati tra le attività da sottoporre al controllo dei VV.F. e individuate al numero 49 dell'allegato I del d.p.r. 151/2011.

Il d.m. 7 agosto 2012 attribuisce categorie diverse (A o B o C) e quindi una diversa entità del rischio incendio in funzione dei kW prodotti dall'attrezzatura, come mostrato nella tabella estratta attività soggette.

Generalmente nei cantieri per l'edilizia, i gruppi elettrogeni se ricompresi nell'attività di controllo di prevenzione incendi, in funzione della potenza, si collocano nella categoria A.

La norma tecnica di riferimento per questa attività è rappresentata dal d.m. 13 luglio 2011, che suddivide le regole per l'installazione di gruppi secondo parametri numerici della potenza nominale complessiva diversi da quelli riportati dal d.m. 7 agosto 2012 (vedi tabella estratta attività soggette).

In particolare, il d.m. 13 luglio 2011 disciplina in modo distinto i gruppi con potenza inferiore ai 25 kW (esclusi dall'applicazione del d.p.r. 151/2011), i gruppi con potenza da 25 a 50 kW e i gruppi con potenza superiore ai 50 kW e fino a 10000 kW.

Ai nostri fini assume rilievo soprattutto il titolo I di tale decreto nel quale vengono individuati nell'ambito degli obiettivi di cui all'art. 3 dello stesso decreto⁹, le regole tecniche comuni per i gruppi elettrogeni indipendentemente dalla potenza. In particolare, si dispone che il gruppo deve essere dotato di marcatura CE, di dichiarazione CE di conformità e di manuale di uso e manutenzione.

I dispositivi e i materiali accessori devono essere certificati secondo le normative vigenti.

Disposizioni comuni a tutti i gruppi riguardano le regole tecniche riferite alla tipologia di alimentazione (combustibile gassoso o liquido), ai sistemi di scarico dei gas combusti, all'installazione del pulsante di arresto di emergenza, alla valutazione del rischio di formazione di atmosfere esplosive, all'apposizione di segnaletica di sicurezza conforme al d.lgs. 81/08 e s.m.i..

Le disposizioni inerenti l'installazione dei gruppi in funzione della potenza nominale complessiva sono differenziate sulla base dei luoghi di installazione: all'aperto o in locali esterni o in locali inseriti nella volumetria di un fabbricato; per ciascuna di tali installazioni sono poste in relazione le caratteristiche dei luoghi con quelle dei gruppi elettrogeni utilizzati e le conseguenti misure di prevenzione incendi da adottare.

⁹ d.m. 13 luglio 2011 Art. 3 -Obiettivi -1. Ai fini della prevenzione degli incendi e allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone e dei beni, le installazioni di cui all'art. 1 del presente decreto sono realizzate e gestite in modo da:

a) evitare la fuoriuscita accidentale di combustibile;

b) limitare, in caso di incendio o esplosione, danni alle persone, agli animali ed ai beni;

c) consentire ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

Attività 66 - Dormitori con oltre 25 posti letto

Nei cantieri, per posizione geografica e/o organizzazione di lavoro, possono essere previste strutture provvisorie e dedicate per la logistica del personale addetto, comprensive di spazi per il pernottamento.

In tale evenienza il datore di lavoro dovrà tenere in debito conto, nel documento di valutazione dei rischi, l'aspetto della sicurezza antincendio di dette strutture.

Le norme tecniche di riferimento per questa attività sono rappresentate dal d.m. 9 aprile 1994 e s.m.i., che rappresenta la regola classica, e dal d.m. 9 agosto 2016, che è la Regola Tecnica Verticale (RTV) associata al Codice di prevenzione incendi (d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i.).

A titolo esemplificativo si riportano le misure/obiettivi di prevenzione incendi che devono essere attuate per i dormitori (attività ricettive) con capacità non superiore a 25 posti letto.

Con tale capienza l'attività non risulta soggetta al controllo del C.N.VV.F. ma, come già descritto in precedenza, le normative di prevenzione incendi possono rappresentare un riferimento o come nella fattispecie in questione indicare misure specifiche.

Il titolo III del d.m. 9 aprile 1994 nelle generalità declina che "deve essere assicurato per ogni eventuale caso di emergenza il sicuro esodo degli occupanti"; un obiettivo molto impegnativo, valido per qualsiasi tipo di attività ricettiva anche oltre 25 posti letto.

Vengono inoltre indicate misure minime che devono essere adottate in particolare per:

- la resistenza al fuoco delle strutture orizzontali e verticali che deve essere non inferiore a R/REI 30, significa essenzialmente la struttura portante non deve cedere sotto l'azione di un incendio prima di 30 min;
- gli estintori che devono essere in posizione facilmente segnalata, accessibile e visibile; distribuiti in ragione di uno ogni 200 m di pavimento servito e comunque un estintore per ogni livello in elevazione (piano o soppalco) e in vicinanza di aree di maggior pericolo (es.: locale lavanderia, cucina/sala mensa);
- segnaletica di sicurezza;
- soprattutto per la gestione della sicurezza (vedi anche capitolo 8);
- istruzioni di sicurezza da esporre sia all'ingresso della struttura con indicazione di dispositivi di intercettazione di impianti o di supporto ai fini dell'intervento di spegnimento, sia in ogni camera indicanti il comportamento da tenere in caso di incendio e l'orientamento nello spazio (planimetrie tematiche); oltre che in italiano, queste istruzioni devono essere redatte in determinate lingue estere, tenendo conto della presenza di lavoratori che non comprendono la lingua italiana.

Per la gestione della sicurezza si sottolinea l'importanza di garantire che:

- sui sistemi di vie di uscita non siano collocati ostacoli (depositi, mobili ecc.) che possano intralciare l'evacuazione delle persone riducendo la larghezza o che costituiscano rischio di propagazione dell'incendio;
- siano mantenuti efficienti i mezzi e gli impianti antincendio (controlli con cadenze non superiore a sei mesi);
- siano mantenuti costantemente in efficienza gli impianti elettrici in conformità a quanto previsto dalle vigenti norme;
- siano mantenuti costantemente in efficienza gli impianti di ventilazione, condizionamento e riscaldamento.

Inoltre devono essere previsti e opportunamente segnalati il divieto di impiegare, all'interno delle camere, fornelli di qualsiasi tipo per il riscaldamento di vivande, stufe ed apparecchi di riscaldamento o di illuminazione in genere a funzionamento elettrico con resistenza in vista o alimentati con combustibili solidi, liquidi o gassosi.

Le misure sopra descritte sono considerate come quelle minime e, normalmente, da sole non garantiscono il raggiungimento dell'obiettivo del sicuro esodo degli occupanti.

L'orientamento attuale della normativa di prevenzione incendi, recepito nel Codice di prevenzione incendi, è quello di avvisare il prima possibile gli occupanti che dormono della presenza di un incendio o meglio di un principio d'incendio; tale risultato si ottiene, ad esempio, installando dei sistemi/dispositivi di rivelazione a allarme incendi automatici.

Attività 74 - Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW

Un'altra attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi che si potrebbe configurare all'interno di un cantiere è uno o più impianti per la produzione di calore.

La normativa tecnica che regola questa attività è molto ampia e dipende dal tipo di alimentazione dell'impianto.

Per le caldaie di potenza termica inferiore ai 35 kW la normativa tecnica di riferimento è costituita dalle norme UNI CIG EN7129-X anche per la parte di prevenzione incendi.

Per le caldaie di potenza termica > 35 kW, le regole tecniche di prevenzione incendi relative alla progettazione, alla costruzione e all'esercizio degli impianti termici sono:

- alimentati da combustibili gassosi: d.m. 8 novembre 2019;
- alimentati da combustibili liquidi: d.m. 28 aprile 2005;
- alimentati da combustibili solidi: vedi chiarimenti contenuti nella Circolare MI prot. 3746 del 25 marzo 2014.

Per conoscere la potenzialità della caldaia si deve far riferimento al libretto d'impianto o al manuale di istruzioni dove si possono individuare la potenza termica nominale e la potenza termica al focolare.

La potenza termica da considerare ai fini della prevenzione incendi è la potenza termica al focolare del generatore: se superiore a 116 kW sarà ricompresa al punto 74 del d.p.r. 151/2011.

Le normative sopramenzionate hanno lo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone, alla tutela dei beni, alla sicurezza dei soccorritori, contro i rischi di incendio ed esplosione.

Esse prevedono in sintesi:

- le disposizioni sui luoghi di installazione degli apparecchi (ubicazione, caratteristiche costruttive, aperture di aerazione, disposizione degli apparecchi, accesso, porta, ecc.);
- le disposizioni sugli impianti di adduzione del combustibile;
- le disposizioni complementari (mezzi estinzione incendi, impianto elettrico, segnaletica di sicurezza, esercizio e manutenzione).

Attività 75 - Autorimesse di superficie complessiva superiore a 300 m²

Per "autorimessa" si intende un'area coperta, con servizi annessi, destinata al ricovero, alla sosta e alla manovra di veicoli. Non sono considerate autorimesse le tettoie aperte almeno su due lati.

Un'autorimessa può essere privata, pubblica o autosilo, cioè un volume interno ad opera di costruzione destinata al ricovero, alla sosta e alla manovra di veicoli, eseguita esclusivamente a mezzo di dispositivi meccanici (monta auto).

Le norme di prevenzione incendi applicabili sono il d.m. 1 febbraio 1986 (Norme antincendio costruzione ed esercizio autorimesse e simili) la cui validità decadrà il 19 novembre 2020 in forza del Decreto del Ministero 15 maggio 2020.

Quest'ultimo Decreto rappresenterà inoltre, alla data di entrata in vigore, la sezione V.6 (Regola Tecnica Verticale) del Codice di prevenzione incendi attualmente costituita dal d.m. 21 febbraio 2017 (valido solo per autorimesse di superficie superiore ai 300 m²).

Dette norme indicano i criteri di sicurezza intesi a perseguire la tutela dell'incolumità delle persone e la preservazione dei beni contro i rischi di incendio e di panico nei luoghi destinati alla sosta, al ricovero, all'esposizione e alla riparazione di autoveicoli e prevedono in sintesi:

- le disposizioni generali circa le caratteristiche costruttive, le comunicazioni, le strutture dei locali, la ventilazione, gli accessi, ecc.
- le misure per l'evacuazione in caso di emergenza;
- le disposizioni complementari (mezzi e impianti di estinzione incendi, impianto elettrico, segnaletica di sicurezza, norme di esercizio e di gestione della sicurezza antincendio).

5. La gestione della sicurezza antincendio nei cantieri

5.1 Progettazione della GSA nei cantieri edili

A distanza di tanti anni dall'emanazione del noto d.lgs. 494/1996, seguito dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i. si osserva ancora oggi nelle realtà edilizie una applicazione non piena delle disposizioni di salute e sicurezza nei cantieri, soprattutto in quelli di piccole dimensioni.

Basti pensare ai tanti incidenti, molti dei quali devastanti, che si verificano nel settore edile, quasi sempre derivanti da sottovalutazione o mancata valutazione dei rischi, da cattive consuetudini e da scarsa formazione degli operatori, fattori che sono ricorrenti in tale settore: in una semplice dicitura, si potrebbe parlare di carente cultura della sicurezza.

A fronte di tale constatazione e focalizzando l'attenzione sul rischio incendio, non ci si può esimere dall'osservare che la gestione della sicurezza antincendio (GSA) è nella maggior parte dei casi trascurata, se non ignorata.

Eppure molti tra gli incendi più famosi, tra i quali quello dell'Hotel Windsor a Madrid nel 2005 e quello della cattedrale di Notre Dame de Paris del 2019, sono avvenuti nell'ambito di cantieri edili.



**INCENDIO HOTEL WINDSOR,
MADRID - 12 FEBBRAIO 2005**



INCENDIO NOTRE DAME DE PARIS, PARIGI - 15 APRILE 2019

Già da queste semplici considerazioni tutti concorderanno che è necessario mettere in campo le giuste misure organizzative e gestionali per evitare l'accadimento di incendi tanto distruttivi, i cui effetti sociali, legali ed economici non terminano alla loro estinzione, ma si protraggono per anni causando spesso la distruzione di vite umane, anche dei sopravvissuti, di lavoratori e altre persone indirettamente coinvolte, nonché delle imprese impegnate nel cantiere.

Occorre sensibilizzare alla cultura della sicurezza, condurre tutti gli stakeholders a fare un passo in avanti (spesso il primo passo) e migliorare la propria professionalità e competenza per la sicurezza di tutti.

Di seguito si tratterà il tema della sicurezza antincendio nei cantieri edili, con l'obiettivo di proporre alcune indicazioni di base per la corretta progettazione e realizzazione della GSA nei cantieri edili, piuttosto che soluzioni preconfezionate, cosa che non avrebbe in ogni caso ragion d'essere nel mondo di oggi, in cui le logiche progettuali in tutti i settori tecnici sono guidate da valutazione del rischio e livello di prestazione.

“La gestione della sicurezza antincendio (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale dell'attività atta a garantirne, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio”.

Tale misura è *“(...) finalizzata alla gestione di un'attività in condizioni di sicurezza, sia in fase di esercizio che in fase di emergenza, attraverso l'adozione di una organizzazione che prevede ruoli, compiti, responsabilità e procedure”* (Codice di prevenzione incendi).

Proprio il Codice di prevenzione incendi, recentemente aggiornato dai dd.mm. 12 aprile 2019, 18 ottobre 2019, 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020, ha fortemente innovato la GSA, rendendola una misura antincendio fondamentale in qualsiasi attività soggetta ai controlli del C.N.VV.F..

Infatti, in precedenza e fino all'emanazione della prima versione del Codice di prevenzione incendi (d.m. 3 agosto 2015), la GSA era fortemente incentrata sulla sola gestione delle emergenze in caso di incendio; a conferma di ciò basta analizzare i contenuti del d.m. 10 marzo 1998, in particolare quelli di cui all'art. 5 ed all'allegato VIII. Nello specifico, quando si parlava di GSA, sostanzialmente si faceva riferimento all'adozione *“delle necessarie misure organizzative e gestionali da attuare in caso di incendio riportandole in un piano di emergenza elaborato in conformità ai criteri di cui all'allegato VIII”*.

Tale allegato, nello specifico, riguarda la *“Pianificazione delle procedure da attuare in caso di incendio”* e nulla ha a che fare con la concezione della GSA attuale, come ben inquadrata nel Codice di prevenzione incendi.

Inoltre, con riferimento al settore delle costruzioni edili, l'art. 1 c. 3 del medesimo decreto prevedeva che ai cantieri temporanei o mobili si applicassero solo le disposizioni relative alla designazione degli addetti al servizio antincendio ed alla formazione degli addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione dell'emergenza. Oggi invece vi è la consapevolezza da parte di tutti gli attori della prevenzione incendi che la GSA, nella forma proposta dal Codice di prevenzione incendi, può essere davvero l'elemento che fa la differenza se ben progettato e, soprattutto, se costantemente ed efficacemente attuato.

La GSA, pertanto, è parte integrante della valutazione del rischio incendio.

Essa deve necessariamente tenere conto di una serie di elementi significativi, tra cui a titolo non esaustivo:

- tipologia lavori;
- organizzazione del cantiere;
- materiali da costruzione utilizzati;
- attrezzature di cantiere;
- impianto elettrico di cantiere;
- altri impianti tecnologici o macchine a disposizione;
- variazione nel tempo delle condizioni di rischio incendio con lo stato di avanzamento del cantiere.

Nel cantiere edile, i documenti progettuali nei quali la GSA si concretizza sono il PSC (Piano di Sicurezza e Coordinamento, art. 100 d.lgs. 81/08 e s.m.i.), quando previsto, e il POS (Piano Operativo di Sicurezza, art. 89 d.lgs. 81/08 e s.m.i.), che devono contenere, fra le altre, la individuazione e la valutazione di tutti i rischi e *le scelte progettuali e organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi, comprese le procedure di emergenza (allegato XV - d.lgs. 81/08 e s.m.i.)*.

Vengono altresì stimate le risorse economiche necessarie, nominate le figure presenti in cantiere, per mansione e responsabilità, nonché raccolta la documentazione in merito all'informazione ed alla formazione fornite ai lavoratori occupati in cantiere.

Le figure professionali responsabili della progettazione della sicurezza di un cantiere, che quasi sempre richiede più di un'impresa e/o lavoratore autonomo, sono obbligatorie ai sensi del titolo IV del d.lgs. 81/08 e s.m.i. sia nei lavori pubblici che in quelli privati.

Con riferimento ai lavori pubblici, si fa notare che il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione (di seguito CSP) e il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (di seguito CSE) sono figure che non vengono affatto trascurate in termini di tariffa professionale (d.m. 17 giugno 2016), a dimostrazione dell'importante ruolo e delle significative responsabilità cui le stesse figure sono chiamate a rispondere. Inoltre è noto a tutti gli addetti ai lavori che i costi per la sicurezza, tra i quali rientrano anche quelli per la GSA, non sono soggetti a ribasso d'asta; purtroppo però molti utilizzano parte di tali somme solo per incrementare i ricavi e non per mettere effettivamente in campo tutte le misure di sicurezza previste.

Senza timore di essere smentiti, si constata che spesso il PSC è un plico di carta piuttosto voluminoso che pochi (per essere ottimisti) leggono; ancora più raro è riscontrare la progettazione di un sistema di GSA, probabilmente a causa di una sottovalutazione del rischio incendio nei cantieri edili, dovuta presumibilmente a considerazioni spicchiole e ad erronee consuetudini, quali ad esempio:

- non assoggettabilità dei cantieri al Regolamento di Prevenzione Incendi (d.p.r. 151/2011 e s.m.i.) e quindi ai controlli del C.N.VV.F.;
- assenza di significative quantità di materiali incombustibili;
- sottovalutazione delle potenziali sorgenti di innesco, in particolare le attrezzature;
- sottovalutazione della gestione del cantiere come potenziale causa di un incendio;
- assenza o scarsità di mezzi portatili di estinzione di principi di incendio;
- diffusa abitudine a non prendere in considerazione sistemi per la rivelazione precoce di un incendio.

Fatti salvi i casi nei quali non si verificano incendi, nonostante queste evidenti carenze, la principale causa di accadimento è da ricercare nella completa mancanza di cognizione sulle misure da adottare sia in condizioni ordinarie che di emergenza, che sono invece entrambe da inquadrare nell'ambito della GSA.

Spesso non sono predisposte azioni per formare adeguatamente il personale sulle azioni da mettere in campo in caso di incendio e mancano in cantiere i mezzi di estinzione.

A tutto questo si deve porre rimedio prima che sia troppo tardi: ciò può essere fatto solo se i datori di lavoro, per la loro parte, ed i professionisti cui si affidano, inizino a valutare correttamente il rischio incendio e a progettare un adeguato Sistema GSA, quale misura fondamentale per prevenirne l'insorgenza e per minimizzarne le conseguenze, nei casi in cui inevitabilmente possa verificarsi.

Non esistono ricette preconfezionate, soprattutto per la variabilità dei cantieri, ma certamente molti elementi importanti sono ricorrenti.

Prendendo a riferimento il Codice di prevenzione incendi, è possibile individuare alcuni step fondamentali per una corretta progettazione della GSA:

- continuo scambio di informazioni tra progettista e datore di lavoro per individuare sia le fonti di rischio (vedi capitolo 1) che la fattispecie del cantiere da contrastare in condizioni ordinarie e di emergenza;
- individuazione delle limitazioni di esercizio sul cantiere;
- organizzazione di materiali ed attrezzature nell'ambito del cantiere;
- individuazione dell'adeguato livello di formazione ed addestramento richiesto per il personale o per gli addetti al servizio antincendio;
- individuazione della segnaletica di sicurezza antincendio;
- gestione di aree a rischio specifico (ad es.: gruppi elettrogeni o di continuità, serbatoi di GPL e di gasolio, depositi di materiale combustibile, ecc.) (vedi capitolo 2);
- individuazione della entità e tipologia dei mezzi di estinzione, nonché della loro manutenzione e controllo;
- indicazioni per la gestione dell'emergenza: modalità di gestione dell'esodo, di lotta all'incendio, di protezione dei beni e dell'ambiente dagli effetti dell'incendio, ecc.;
- individuazione dell'organigramma della sicurezza per la GSA;
- procedure ed istruzioni del sistema GSA;
- adeguamento della GSA nel tempo per far fronte alla mutabilità delle condizioni di rischio con lo stato di avanzamento del cantiere.

È fondamentale sottolineare che, nel settore edile, a differenza di molte attività lavorative, la GSA deve tener conto della dinamicità e dell'evoluzione temporale del cantiere, in modo da poter adattare, modificare e rimodulare le procedure e le istruzioni alla situazione del momento.

Ciò può essere fatto esclusivamente coinvolgendo pienamente tutte le figure inserite nell'organigramma della sicurezza, valorizzandone le competenze e l'importanza del ruolo da svolgere.

Inoltre, gli oneri economici connessi alle misure sopra elencate sono necessariamente variabili per ogni cantiere, sia in funzione della sua entità e della valutazione del rischio incendio, sia perché alcune delle suddette misure (formazione del personale, segnaletica antincendio, mezzi portatili di estinzione, ecc.), devono essere "aggiornate" e correttamente "manutenute".

È fondamentale avviare le attività formative e logistiche per dare concretezza ed attuabilità alla valutazione del rischio incendio ed alla GSA.

Si proverà di seguito a fornire delle indicazioni di base, certamente non esaustive, per poter progettare e realizzare una GSA adeguata e funzionale per cantieri di differenti dimensioni.

5.2 Cantieri di dimensioni ordinarie

Si illustreranno i punti chiave che devono essere messi in campo per un'adeguata e funzionale GSA con riferimento ai seguenti esempi di cantieri di dimensioni ordinarie:

1. ristrutturazione totale di un appartamento (escluse strutture);
2. costruzione di un edificio civile con un piano interrato e 5 piani fuori terra, con estensione in pianta di 500 m².

5.2.1 Esempio 1

Il primo esempio riguarda un cantiere per la ristrutturazione totale di un appartamento, con l'esclusione di interventi sulle strutture.

In tale situazione il rischio incendio si può ritenere basso, dal momento che le lavorazioni da effettuare sono essenzialmente le seguenti:

- opere edili (demolizioni di elementi non strutturali, quali ad es.: pavimenti, tramezzi, massetti, intonaci, ecc., rifacimento degli stessi, opere da pittore, opere da lattoniere, ecc.);
- demolizione e rifacimento degli impianti idrico e di scarico, elettrico, riscaldamento, condizionamento, ecc.

Indipendentemente dalla complessità di tali opere, certamente la loro realizzazione richiederà il coinvolgimento di diverse professionalità, che avranno differenti modalità di lavoro, attrezzature, abitudini. Inoltre ogni lavorazione richiederà tempistiche e fattori di contemporaneità differenti che non è facile coordinare, soprattutto quando sono eseguite da più imprese e/o lavoratori autonomi.

La scarsa cultura della sicurezza, in particolare quella antincendio, spesso comporta l'assenza del PSC e quindi della GSA, con le note conseguenze penali in caso di accertamento da parte delle autorità ispettive.

Di regola, nel caso di presenza, anche non contemporanea, di più imprese esecutrici dei lavori, il committente, o il responsabile dei lavori, dovrà individuare un CSP ed un CSE, spesso coincidenti, che progetteranno il PSC, con al suo interno la GSA.

Il CSE o il datore di lavoro di ciascuna impresa esecutrice, ognuno per la rispettiva competenza, dovrà:

- **prima di avviare i lavori:**
 - illustrare l'organigramma del sistema di GSA, individuando il responsabile e le altre figure coinvolte;
 - individuare le figure che rivestiranno il ruolo di addetto antincendio e verificare il loro livello di formazione;
 - informare tutti i lavoratori del sistema GSA da mettere in campo, spiegando loro le azioni da svolgere in ordinario ed in emergenza nelle situazioni dove il rischio incendio non è trascurabile, fornendo a tutti un breve e sintetico riepilogo, ad es. su un piccolo e breve opuscolo portatile;
 - illustrare le procedure ed istruzioni del sistema GSA, che saranno presumibilmente poche nel caso in esame;
 - assicurarsi che siano disponibili, a cura dell'impresa incaricata, i presidi antincendio minimi previsti nella GSA;
 - riportare schemi e planimetrie sintetiche con individuazione vie di esodo e presidi portatili, nonché numeri di emergenza e riferimenti da contattare in condizioni ordinarie ed in caso di emergenza;
- **durante i lavori (condizioni ordinarie):**
 - verificare che tutti i lavoratori attuino le misure gestionali previste nel GSA, con particolare riferimento alle fasi quotidiane di inizio e fine lavori;
 - prestare cura nell'uso delle attrezzature e nella disposizione dei materiali;
 - avere sempre disponibili i presidi antincendio previsti nel sistema di GSA;
- **in caso di emergenza incendio:**
 - attuare le misure (procedure e istruzioni) previste nel sistema di GSA, a cura degli addetti antincendio sotto la guida del responsabile.

Nell'esempio preso in esame, anche nei casi in cui venga predisposto il PSC, spesso non c'è un'adeguata valutazione del rischio incendio, né un sistema di GSA.

Eppure, in un cantiere di questo tipo, il rischio incendio, seppur basso, è comunque presente e una poco attenta fase gestionale in condizioni ordinarie può essere concausa di una sua insorgenza.

È evidente che, nel caso in esame, basta uno sforzo minimo per predisporre una GSA che sia in grado di far fronte, in condizioni ordinarie e di emergenza, al rischio incendio, minimizzandolo in caso di corretta e costante applicazione. In una siffatta situazione il fattore variabilità delle condizioni del cantiere è, a parere degli scriventi, meno rilevante rispetto a quella delle diverse professionalità che si possono sovrapporre durante le lavorazioni.

5.2.2 Esempio 2

Il secondo esempio riguarda un cantiere per la costruzione di un edificio civile con 1 piano interrato e 5 piani fuori terra, con estensione in pianta pari a 500 m².

Le azioni citate nell'esempio precedente (prima e durante i lavori o in condizioni di emergenza) si amplificano notevolmente e ad essi vanno aggiunti depositi di materiali, logistica di cantiere più complessa ed articolata, maggiore presenza di materiali combustibili, circolazione di mezzi pesanti con significativo carico d'incendio, ecc., nonché probabile presenza di attività soggette ai controlli del C.N.VV.F. come gruppi elettrogeni di potenza superiore a 25 kW, contenitori distributori rimovibili di gasolio fino a 9 mc, depositi di bombole di ossigeno ed acetilene e relativi carrelli portatili per saldature (vedi capitolo 2).

Nel caso in esame vale quanto detto per l'esempio precedente, con ovvia amplificazione del PSC, della "dimensione" del sistema di GSA in esso contenuta, dell'importanza e della portata delle azioni, del numero di lavoratori coinvolti e riportati nell'organigramma della GSA, dell'aumento dei controlli delle figure di responsabilità, della notevole variabilità nel tempo del cantiere.

La GSA, opportunamente progettata nel PSC e correttamente attuata dalle figure presenti nel suo organigramma, dovrà quindi certamente tener conto almeno:

- della dinamicità nel tempo dell'evoluzione del cantiere;
- dei mezzi circolanti in cantiere e delle aree di stazionamento in moto o spenti;
- della gestione nel deposito dei materiali in entrata ed uscita dal cantiere;
- della gestione ordinata ed organizzata dei rifiuti;
- delle procedure per le lavorazioni a caldo e delle modalità di attuazione;
- della pronta disponibilità di mezzi di estinzione;
- dei sistemi o impianti di rivelazione precoce di incendio nelle aree ove si deposita materiale combustibile;
- delle procedure per una corretta gestione delle attrezzature, prima, durante ed al termine delle lavorazioni;
- delle modalità per la segnalazione di un'emergenza e per l'attuazione del PEI.

Tutto quanto sopra deve tener conto del progredire della realizzazione dell'opera.

Ad esempio, le procedure e le istruzioni da adottare nella fase iniziale del cantiere, quando l'edificio non è ancora costruito, saranno certamente diverse da quelle necessarie una volta ultimate le strutture e dato avvio alle altre opere edili ed impiantistiche.

È evidente che il successo della GSA in una siffatta situazione dipende certamente dalla preparazione, formazione ed esperienza delle figure individuate nell'organigramma, dall'importanza attribuita dal committente e dal datore di lavoro, dalla corretta ed esaustiva progettazione sin dal PSC, dalle risorse messe a disposizione e dalla capacità di adattarsi al progredire del cantiere durante la sua esistenza.

5.3 Cantieri di grandi dimensioni

In un cantiere di grandi dimensioni, come ad esempio quello per la costruzione di un complesso edilizio civile o di un policlinico o di un viadotto, la necessità di prevedere una GSA piuttosto strutturata sin dalla fase di progettazione dell'intervento, quindi nel PSC, appare chiara ed ineludibile anche ai non addetti ai lavori.

Nonostante ciò sia palese, ancora al giorno d'oggi prevalgono logiche contrarie, dettate sia dall'assenza della cultura della sicurezza, sia dalla mancata previsione della gravità delle potenziali conseguenze, sia dalla volontà di massimizzare i ricavi e minimizzare le spese.

Ne sono dimostrazione i vasti ed eclatanti incendi verificatisi in grossi cantieri richiamati in precedenza.

Una adeguata GSA in un cantiere di grandi dimensioni non può prescindere da un'adeguata struttura tecnica ed organizzativa, con il coinvolgimento di tutte le figure, apicali e non.

A tal fine si può far riferimento alle indicazioni del Codice di prevenzione incendi, misura antincendio S.5, individuando ad esempio una soluzione conforme per un livello di prestazione III, il cui schema è riportato nella seguente tabella.

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	<ul style="list-style-type: none"> • organizza la GSA in esercizio; • organizza la GSA in emergenza; • predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza; • provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature; • nomina le figure della struttura organizzativa; • istituisce l'<i>unità gestionale GSA</i>
Unità gestionale GSA e Coordinatore	<p>È costituita da almeno un Coordinatore di unità (figura professionale coincidente ad es.: con il CSE), dal Coordinatore degli addetti del servizio antincendio e dagli Addetti al servizio antincendio. Provvede al monitoraggio, alla proposta di revisione ed al coordinamento della GSA in emergenza.</p> <p>Durante l'esercizio:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. predispone le procedure gestionali ed operative derivanti dai documenti della GSA; b. provvede al rilievo delle non conformità del sistema e della sicurezza antincendio, segnalandole al responsabile dell'attività; c. aggiorna la documentazione in caso di modifiche e/o nelle fasi di cantiere. <p>Il Coordinatore in emergenza:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. prende i provvedimenti, in caso di pericolo grave ed immediato, anche di interruzione delle attività, fino al ripristino delle condizioni di sicurezza; b. coordina il centro di gestione delle emergenze.
Coordinatore degli addetti del servizio antincendio	<p>Addetto al servizio antincendio, individuato dal responsabile dell'attività, che:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sovrintende ai servizi relativi all'attuazione delle misure antincendio previste; • programma la turnazione degli addetti del servizio antincendio; • coordina operativamente gli interventi degli addetti al servizio antincendio e la messa in sicurezza degli impianti; • si interfaccia con i responsabili delle squadre dei soccorritori; • segnala al <i>coordinatore dell'unità gestionale GSA</i> eventuali necessità di modifica delle procedure di emergenza.
Addetti al servizio antincendio	Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.
GSA in esercizio	<p>Definisce tutti gli aspetti relativi a</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro dei controlli • Piano per il mantenimento del livello di sicurezza antincendio • Controllo e manutenzione di impianti ed attrezzature antincendio • Preparazione all'emergenza • Preparazione all'emergenza in attività caratterizzate da promiscuità strutturale, impiantistica, dei sistemi di vie d'esodo • Centro di gestione delle emergenze • Unità gestionale GSA • Revisione periodica
GSA in emergenza	<p>Deve prevedere:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. l'attivazione ed attuazione del piano di emergenza; b. qualora previsto, l'attivazione del centro di gestione delle emergenze; <p>Alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio segue generalmente:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. l'immediata attivazione delle procedure d'emergenza; b. la verifica dell'effettiva presenza di un incendio e la successiva attivazione delle procedure d'emergenza. <p>Deve essere assicurata la presenza continuativa di addetti del servizio antincendio in modo da poter attuare in ogni momento le azioni previste in emergenza.</p>

**TABELLA S.5-5: SOLUZIONI CONFORMI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE III
(SCHEMA GSA TRATTO DAL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI)**

In una siffatta organizzazione, è evidente che è necessario prevedere un'unità gestionale GSA specifica che si occupi solo di seguire, su incarico del datore di lavoro, questi ambiti.

Tale unità, della quale può essere a capo il CSE oppure una figura a lui subordinata, ha il compito di:

- **in condizioni ordinarie:**
 - attuare la GSA attraverso la predisposizione delle procedure gestionali ed operative e di tutti i documenti della GSA predisposti dal CSE;
 - rilevare le non conformità, segnalandole al datore di lavoro ed al CSE;
 - aggiornare la documentazione della GSA in caso di modifiche da parte del CSE;

- **in condizioni di emergenza:**
 - attuare i provvedimenti, in caso di pericolo grave ed immediato per i lavoratori, anche di interruzione delle attività, fino al ripristino delle condizioni di sicurezza, in sinergia con il CSE;
 - sovrintendere al centro di gestione delle emergenze, che vede il CSE a capo o una figura con adeguata competenza e formazione.

Nulla impedisce di estendere le competenze dell'unità gestionale GSA anche alla gestione di altri rischi, anzi, è auspicabile che le risorse disponibili siano ottimizzate.

Una organizzazione di questo tipo non può prescindere anche dal supporto di sistemi o impianti tecnologici per il controllo di vaste aree del cantiere; pertanto anche l'utilizzo di sistemi o impianti per la rivelazione precoce di un incendio appare necessaria in tali contesti, sia per il controllo durante le lavorazioni sia per quello durante i periodi di inattività del cantiere (ad esempio durante la notte).

Certamente risulta necessaria la presenza del centro di gestione delle emergenze, commisurato alla complessità del cantiere ed alla sua estensione, nel quale è possibile disporre di tutte le informazioni utili a tali fini e da cui poter comunicare con la squadra antincendio, gestire i sistemi e/o impianti disponibili, disporre di tutte le procedure ed istruzioni del sistema GSA, ecc.

5.4 Osservazioni

Un'adeguata GSA ha lo scopo di minimizzare il rischio incendio sia in condizioni ordinarie che di emergenza. In queste poche pagine sono stati proposti alcuni spunti per sensibilizzare i datori di lavoro ed i vari stakeholders sulla importanza della GSA, che dovrebbe essere uno strumento da implementare in tutti i cantieri, proporzionalmente alla loro complessità, per impedire o ridurre al minimo il rischio incendio al loro interno, eventualmente estendendo tale sistema alla gestione di altri rischi.

Tale processo di sensibilizzazione è rivolto anche a tutti gli attori del cantiere, ossia progettisti della sicurezza (CSP, CSE, RSPP, ecc.), direttori dei lavori, responsabili di cantiere, lavoratori, perché, anche di fronte ai migliori propositi ed intenzioni di un datore di lavoro, la GSA funziona se tutti fanno la propria parte al meglio delle loro professionalità, superando stereotipi e consuetudini che spesso si sono rivelate inadatte e pericolose per la buona riuscita di un cantiere.

Focus - Notre Dame de Paris

Introduzione

La cattedrale di Notre-Dame, al pari della Tour Eiffel, è uno dei simboli di Parigi ed è conosciuta in tutto il mondo.

Eppure, l'edificio, già prima del gravissimo incendio di cui si tratterà nel presente focus, versava in una condizione problematica dovuta ai segni del tempo, all'inquinamento, che stava comportando lo sgretolamento della guglia, degli archi, dei famosi "gargoil" e della struttura esterna.

Con il passare del tempo, il pericolo di crolli, anche solo di piccole porzioni di facciata, stava rappresentando un rischio intollerabile per uno dei monumenti più visitati al mondo.

Di conseguenza, nel 2017, fu attivata la procedura per eseguire un'importante opera di manutenzione, sfociata, nell'estate del 2018, nell'allestimento di un cantiere di restauro che sarebbe dovuto durare 15 anni.

Purtroppo, però, come tristemente noto, nell'aprile del 2019 si verificò un incendio nella cattedrale.

Il resoconto che i Pompieri di Parigi fecero dello storico evento fornisce una cronaca dettagliata dei fatti, dall'allarme ricevuto alla definitiva estinzione dell'incendio, permettendo anche di conoscere l'entità di uomini e mezzi impiegati, oltre alla dinamica delle fasi decisionali, ai danni e alle conseguenze dell'incendio.

L'inchiesta per la determinazione delle cause che provocarono l'incendio è ancora in corso.

Si proverà, di seguito, a fornire degli elementi significativi per far luce su alcuni aspetti legati alla dinamica dell'incendio.

Cronaca dell'incendio

Dal "Racconto dei pompieri di Parigi" (BSPP: Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris)



La cronaca dell'incendio, dall'allarme alle fasi di estinzione, dall'organizzazione degli uomini e dei mezzi impiegati, viene riportata citando il resoconto dei Pompieri di Parigi, in omaggio all'impegno di quanti hanno partecipato alle operazioni di soccorso.

I fatti

Il 15 aprile 2019, alle 18:45, la BSPP (*Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris*) riceve una chiamata per un incendio sviluppatosi nella cattedrale di Notre-Dame, all'altezza del sottotetto.

Il maestoso edificio, che veglia su Parigi e simboleggia la storia della Francia, è in fiamme.

A seguito delle informazioni raccolte dagli operatori del centralino viene subito approntata la mobilitazione di numerose forze.

I primi mezzi arrivano sul luogo dell'intervento in 5 min.

Il comandante che dirige le prime operazioni si rende conto immediatamente delle ampie dimensioni dell'area interessata dalle fiamme (2800 m²) e della natura eccezionale dell'edificio coinvolto.

Alle 19:00 vengono richiesti ulteriori uomini e mezzi.

Il modello unico di organizzazione interdipartimentale della BSPP, basato su una fitta rete operativa, consente l'arrivo dei soccorsi sullo scenario in meno di 30 min.

I vigili del fuoco srotolano le manichette antincendio tutto intorno alla cattedrale per contenere la propagazione delle fiamme al tetto.

Giungono rapidamente anche i mezzi fluviali per pompare acqua dalla Senna e rifornire i mezzi.

Contemporaneamente, il comandante delle operazioni fa disporre delle squadre lungo le varie scalette in pietra che portano ai livelli superiori della cattedrale.

A supporto delle prime squadre, vengono mobilitate anche le squadre di specialisti: USAR, SAF, GELD (*Groupe Explorations de Longue Durée*), nonché le squadre per la salvaguardia delle opere d'arte.

Il comandante delle operazioni decide poi di definire quattro settori operativi per circondare e contenere le fiamme.

Come la maggior parte delle cattedrali francesi, Notre-Dame de Paris ha una pianta a croce latina che facilita questa settorizzazione.

Viene stabilito un immediato ed efficiente coordinamento con la polizia per mettere in sicurezza gli accessi che portano alla cattedrale ed agevolare quindi l'accesso dei mezzi di soccorso.

La Sezione Droni della polizia viene messa a disposizione dei vigili del fuoco a sostegno dello schema operativo d'intervento già individuato grazie al notevole lavoro dei disegnatori operativi.

La scena è drammatica sia simbolicamente che tatticamente.

Il forte vento e la mancanza di compartimentazione specifica di questo tipo di edificio possono favorire una rapida diffusione delle fiamme.

Ogni vigile del fuoco presente sulla scena, qualunque sia il suo grado, sa che l'intervento sarà lungo e difficile.

Verso le 19:30 la guglia della cattedrale, costruita a metà del XIX secolo dall'architetto Eugène Viollet-le-Duc, viene completamente avvolta dalle fiamme.

Crolla sul tetto, rompendo alcune volte in pietra della navata; a seguito del crollo, la fragilità della struttura architettonica della cattedrale diviene pressoché generale.

Ciò obbliga i vigili del fuoco all'interno della cattedrale a ritirarsi, in particolare quelli che si trovano nella parte superiore dell'edificio.

Nel frattempo, le squadre all'esterno dell'edificio hanno rafforzato il sistema di attacco attorno allo stesso. Utilizzando delle piattaforme aeree idrauliche, srotolano le manichette antincendio ad un'altezza di circa 50 m per poter contrastare in modo efficace l'incendio del tetto.

Contemporaneamente, un'altra squadra della BSPP in cui è presente anche il loro cappellano, assistita dallo staff di Notre-Dame, riesce a mettere in salvo il Tesoro di Notre-Dame e molte opere d'arte di valore inestimabile, nonostante le condizioni di lavoro ostili, la caduta di materiali e la scarsa visibilità dovuta al fumo; anche il piombo del tetto si scioglie e cade a terra.

Grazie a questa manovra, il Tesoro, la Corona di Spine e la Tunica di San Luigi non scompariranno dal patrimonio dell'umanità.

La polizia mette subito in sicurezza ognuna di queste reliquie per poi trasportarle in Municipio affinché siano prese in custodia.

Verso le 21:00, l'incendio minaccia pericolosamente di estendersi ai campanili della cattedrale; la tensione è al massimo.

La campana si trovano nella torre nord; la campana tenore pesa 13 t e il suo batocchio, da solo, quasi 470 kg, il diametro della base della campana misura 2,62 m.

Se, a causa dell'incendio, cadono le campane, inevitabilmente crolleranno anche le torri.



Il rischio di perdere uomini

Nonostante i rischi, ma sempre essendone pienamente consapevole, il comandante delle operazioni coordina le squadre per arrestare la propagazione del fuoco.

Ogni minuto è importante. Il pericolo, la notte, il bagliore delle fiamme e la pericolosità delle operazioni affinano le capacità di ogni pompiere.

È fondamentale salvaguardare la facciata anteriore della cattedrale, che ospita un magnifico rosone di vetro colorato (tra i più grandi in Europa), così come l'organo monumentale, le gallerie e i dipinti, gioielli del patrimonio culturale.

Per tutti questi motivi e nonostante il pericolo, il comandante delle operazioni decide di inviare diverse squadre per le scale di pietra della torre nord, proprio quando la struttura minaccia di crollare da un momento all'altro. Devono attaccare il fuoco che diventa di minuto in minuto più violento.

Questa manovra è rischiosa (il rischio di perdere uomini è concreto), ma con un esito positivo si dovrebbe riuscire a preservare la maggior parte dell'edificio.

Una catena di comando forte e collaudata e uno staff molto ben addestrato sono le chiavi decisive per il successo.

La lotta contro l'incendio feroce e le condizioni di visibilità in un ambiente pieno di fumo nero e acre sono ridotte, il caldo è insopportabile e i pompieri che si trovano nei campanili lo avvertono ancora di più, malgrado le loro ottime condizioni fisiche.



Il peggio viene evitato per 15 minuti

Questa decisione concertata, presa al momento giusto, ha salvato l'edificio.

Alle 21:45, i vari resoconti provenienti dai quattro settori delle operazioni segnalano il contenimento delle fiamme; è stato questo il momento in cui la lotta per evitare la propagazione del fuoco ai campanili è stata ritenuta quasi vinta, il peggio è stato evitato per un soffio, qualcuno ha stimato per soli 15 min.

Il crollo non si verifica e i vigili del fuoco salvano Notre-Dame.

Però l'incendio non è ancora del tutto domato: contemporaneamente cedono due volte in pietra dei transetti nord e sud, ostacolando nuovamente l'accesso dei vigili del fuoco al tetto in fiamme.

Dalla porta principale della cattedrale viene fatto entrare il robot antincendio che contribuirà alle operazioni di spegnimento.

Un vigile del fuoco della BSPP ha un colpo di calore dovuto all'intensità dello sforzo.

Una squadra lo trasporta rapidamente alla postazione medica attivata presso il vicino Ospedale Hôtel-Dieu perché sia curato dai medici dell'emergenza dei vigili del fuoco.

Anche due funzionari di polizia vengono affidati alle loro cure per ferite minori riportate durante le operazioni di sicurezza.

Allo stesso tempo, gli architetti della Prefettura di Polizia e dei monumenti storici (Ministero della Cultura) ispezionano l'edificio per valutare i danni alle strutture architettoniche e informare il comandante delle operazioni.

Questa cooperazione consente di identificare le aree a rischio.

A scopo precauzionale, la polizia evacua i residenti di cinque edifici in via Cloître de Notre-Dame.

Il Comune di Parigi li trasferisce fintanto che persista il rischio che il transetto nord possa crollare sulle loro case.

Alle 22:30, le fiamme sono considerate sotto controllo, non possono propagarsi ulteriormente grazie all'azione organizzata di 600 vigili del fuoco della BSPP (400 direttamente con funzioni di lotta antincendio e 200 con funzioni logistiche o di comando) e 20 vigili del fuoco civili appartenenti ai dipartimenti vicini (78-Yvelines e 77-Seine-et-Marne), mobilitati come previsto dai protocolli di mutuo soccorso regionale.

Le lance in azione sono 21 e vengono impegnati circa un centinaio di veicoli antincendio e di soccorso.

Un'ora più tardi, dato che la linea di arresto tra tetto e campanili si dimostra efficace, il comandante delle operazioni decide di riorganizzare per intero le forze operative.

L'incendio è ora limitato a tre aree distinte del tetto, ancora difficili da raggiungere a causa delle condizioni strutturali instabili.

Il personale ha combattuto le fiamme per oltre cinque ore in condizioni molto difficili; viene ordinato il cambio delle squadre sia per ragioni di sicurezza che di efficienza operativa.

L'intensità del fuoco diminuisce sensibilmente.

Il controllo dell'incendio è assicurato.



Intorno alle 2:00 del 16 aprile, il centro operativo ascolta il messaggio «*incendio estinto*».

Restano dei focolai residuali, difficili da raggiungere.

Le squadre addette al monitoraggio li estingueranno durante la notte.

L'incendio non desta più preoccupazioni.

L'attenzione si sposta ora sulla stabilità di alcune parti della cattedrale.

Su entrambi i lati dei transetti nord e sud vengono posizionati dei telemetri laser, al fine di monitorare qualsiasi potenziale oscillazione della struttura.

Al centro della cattedrale si verifica il crollo di un'altra volta: sebbene l'incendio sia stato domato, persistono ancora gli effetti di degrado delle strutture esposte, che non hanno più la loro originaria capacità portante.

Alle 2:30, le squadre addette al monitoraggio, con otto manichette antincendio ancora operative ad intermittenza e distribuite nei quattro settori, gradualmente prendono il posto delle squadre operative.

I mezzi antincendio, ormai non più necessari per l'intervento, vengono messi di nuovo a disposizione del centro operativo.

Questa nuova organizzazione sarà mantenuta fino al mattino.

Alle 8:00, gli architetti della sicurezza (Prefettura di Polizia), gli architetti dei monumenti storici (Ministero della Cultura) e i vigili del fuoco della BSPP valutano la situazione per decidere le misure da prendere.

Un'ispezione approfondita della struttura vede la collaborazione dei vari esperti, con l'obiettivo di raggiungere una maggiore consapevolezza delle sfide architettoniche e strutturali che si presentano.

Si decide di rimuovere il transetto nord entro le successive 48 ore e di rinforzare i due timpani anteriori e il campanile nord nell'arco di una settimana.

Contemporaneamente, i dipinti e le opere d'arte monumentali che non erano state minacciate dalle fiamme saranno rimossi e messi in sicurezza.

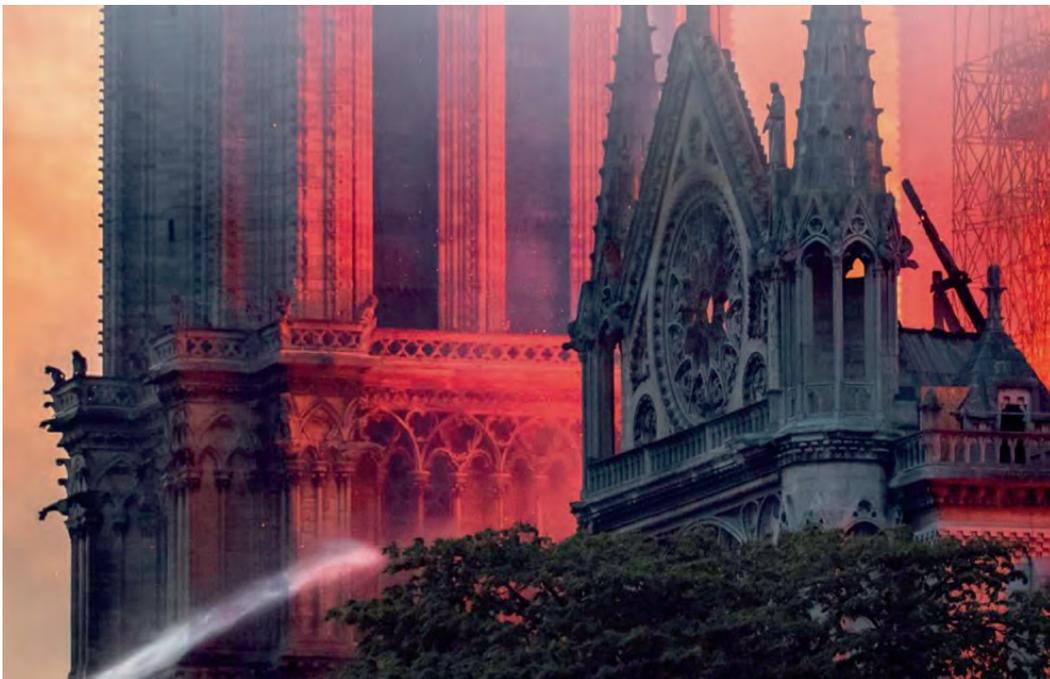
Di conseguenza, a partire dal mattino del 16 aprile, i vigili del fuoco della BSPP assumono il ruolo di collaboratori esterni per le operazioni di messa in sicurezza delle opere d'arte.

Monitorano le aree compromesse dall'incendio e assicurano la sicurezza degli operatori delle aziende private inviati dal Ministero della Cultura per rafforzare la struttura indebolita dell'edificio.

La polizia giudiziaria, assistita dal laboratorio centrale della Prefettura di Polizia, ha aperto un'inchiesta per determinare le cause del disastro, ad oggi ancora sconosciute.

Il pubblico ministero ha menzionato la possibilità di una causa accidentale.

L'intervento effettuato a Notre-Dame è stato di dimensioni storiche e di seguito ne riassumiamo le principali caratteristiche.



L'incendio

- **2800 m²** (tetto e sottotetto) e 2 campanili;
- **21 lance** ad alta potenza o cannoni;
- **600** vigili del fuoco di Parigi impegnati nell'intervento: 400 sul campo e 200 con funzioni di logistica e comando;
- **20** vigili del fuoco di altri Dipartimenti;
- **Bilancio:** 1 Vigile del Fuoco di Parigi e 2 poliziotti feriti.

Difficoltà operative

- Problemi generali di accesso dovuti alla complessità della struttura (altezza) e rischio permanente di crollo;
- Difficoltà di approvvigionamento idrico a causa dell'elevato numero di mezzi e della limitata capacità della rete idrica. Alcuni mezzi sono stati riforniti con acqua pompata dalla Senna da un mezzo fluviale dei vigili del fuoco di Parigi;
- Presenza di forte vento nelle parti superiori dell'edificio che, spingendo le fiamme verso i campanili, ha costituito un fattore sfavorevole.

Fattori di successo

- Capacità di concentrare rapidamente molti mezzi antincendio sul sito dell'incidente (grazie all'organizzazione della BSPP);
Solida catena di comando (derivante dallo status militare della BSPP) e allestimento di un posto di comando tattico, per il coordinamento di servizi pubblici e competenze;
- Prontezza ed agilità dei vigili del fuoco nel combattere l'incendio;
- Utilizzo di tecnologie ad ampio raggio (robot antincendio per combattere le fiamme all'interno della cattedrale, droni per ottenere immagini dall'alto, "disegni operativi" per una migliore conoscenza della struttura, mezzo satellitare per garantire comunicazioni operative);
- Supporto medico di alto livello per il personale di «combattimento» (medici dell'emergenza militari appartenenti alla BSPP e dipendenti dalla Direzione Centrale per il Servizio Sanitario Militare);
- Intervento rapido di specialisti (in particolare esperti in strutture edili, soccorso alpino e fluviale, medicina dei disastri, sistemi operativi informatici e di comunicazione);
- Resilienza del personale (alle 08:00 del 16 aprile, la BSPP è stata in grado di rispondere ad un'altra emergenza di grosse dimensioni);
- Prontezza del personale e apprestamento completo delle attrezzature;
- Capacità di fornire una chiara descrizione delle problematiche operative e delle relative soluzioni, esponendole ad autorità ministeriali e presidenziali.



Possibili cause dell'incendio

Il Procuratore della Repubblica di Parigi, a seguito del disastro di Notre-Dame, ha avviato un'inchiesta per "*destruction involontaire par incendie*" e iniziato l'interrogatorio delle persone coinvolte nei lavori.

Secondo le ipotesi prevalenti, l'incendio sembrerebbe aver avuto origine nei ponteggi montati sul tetto dell'edificio, dove i lavori del cantiere di restauro erano in corso da diversi mesi.

Gli investigatori lavorano all'ipotesi di una scintilla provocata da un'operazione di saldatura eseguita durante i lavori.

"Le Bras Frères", l'impresa edile incaricata del montaggio dei ponteggi attorno alla guglia di Notre-Dame, ha ammesso agli inquirenti che i propri operai, non presenti al momento dell'innesco dell'incendio, erano soliti fumare nel cantiere.

Altra ipotesi al vaglio degli inquirenti è quella di un corto circuito; il collegamento elettrico sulle campane, infatti, dopo il restauro della principale nel 2012, non sembrerebbe essere stato eseguito in maniera ottimale. L'ipotesi del dolo, viceversa, di qualcuno che abbia appiccato deliberatamente l'incendio, al fine di distruggere un simbolo del Cristianesimo, non viene ritenuta credibile.

Peraltro, come è stato riportato dal Sole 24 Ore del 16 aprile 2019, l'assenza di un sistema di spegnimento automatico era già stato osservato in uno studio sulla cattedrale realizzato nel 2016 da Paolo Vannucci, docente di meccanica all'università di Versailles, che osservava anche come la "*concentrazione di polveri, stratificate nel corso dei secoli*", possa avere "*un effetto deflagrante*"; in un tale contesto "*qualsiasi tensione elettrica può scatenare un incendio*", un corto circuito ma anche, più semplicemente, "*i fili elettrici degli impianti di allarme delle impalcature usate per i lavori di ristrutturazione*" possono determinare un innesco.

Pier Paolo Duce, ricercatore dell'Istituto di biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche italiano (CNR), ha dichiarato che: "*Dai dati disponibili e dalle immagini diffuse dai media la dinamica pare abbastanza chiara: l'incendio sarebbe partito dall'impalcatura che cinge la cattedrale per i lavori di restauro, diffondendosi sulla guglia e sul tetto, che sono stati già pesantemente compromessi. Il materiale ligneo è notoriamente combustibile e, rispetto a quello che viene colpito da un incendio boschivo, quello secco delle strutture della cattedrale lo è notevolmente di più. L'altro elemento di propagazione degli incendi è il vento, o meglio l'ossigeno (...)*".

Occorre anche osservare che se l'innesco dell'incendio fosse avvenuto all'interno della cattedrale, le probabilità di riuscire ad estinguerlo sarebbero state molto superiori ma, soprattutto, l'intero decorso dell'incendio sarebbe potuto essere diverso, a causa della minore disponibilità di comburente.

Fattori rilevanti

Il cantiere di restauro

I cantieri di restauro costituiscono, al pari dei guasti degli impianti elettrici e degli episodi dolosi, la causa primaria degli incendi che interessano gli edifici tutelati dal punto di vista dell'interesse artistico e storico.

Ciò in quanto le condizioni lavorative presenti in un cantiere di restauro risultano, generalmente, sempre più problematiche rispetto a quelle di un usuale cantiere edile.

In generale, in un edificio, la presenza di un cantiere di restauro genera un innalzamento del livello di rischio di incendio rispetto alla situazione di esercizio.

Come osservato in un interessante articolo intitolato "L'incendio di Notre-Dame a Parigi: cronistoria ed analisi delle possibili cause" di Guido Zaccarelli, questo è dovuto a diversi possibili fattori, durante i lavori, ad esempio:

- utilizzo, improprio, di impianti elettrici volanti o preesistenti;
- disattivazione degli impianti rilevanti ai fini antincendio, come ad esempio impianti di rivelazione ed allarme o impianti di estinzione;
- effettuazione di lavorazioni pericolose come i lavori a caldo: taglio di metalli, saldature, posa di guaine impermeabilizzanti con uso di gas in bombole, ecc. senza le necessarie precauzioni;
- abbandono delle aree, dove si sono effettuati lavori a caldo, senza avere attentamente ed a lungo verificato l'assenza di materiali accesi;
- introduzione nell'edificio di impianti, apparecchiature e dispositivi normalmente non presenti, anche di natura elettrica (impianti elettrici volanti, trapani, frese, seghe a banco, ecc.), la cui qualità costruttiva, verifica e manutenzione periodica è a carico dell'impresa e spesso sfugge ai responsabili della sicurezza antincendio dell'edificio;
- introduzione (ed improprio deposito) nell'edificio di sostanze o miscele combustibili (legna, rivestimenti, materiali isolanti) o infiammabili o potenzialmente esplosive (resine, colle, solventi,

bombole di GPL, bombole di ossigeno ed acetilene, ecc.), aumentando considerevolmente il livello del rischio di incendio o di esplosione;

- incorporazione, permanentemente, nell'edificio di materiali combustibili, come i materiali isolanti a fini termici o acustici, che precedentemente non erano presenti. Ciò modifica il profilo di rischio dell'edificio e di conseguenza rende necessaria una nuova valutazione del rischio di incendio, che tuttavia spesso non viene effettuata oppure viene effettuata in modo sbrigativo ed inadeguato;
- aumento del numero di persone autorizzate ad accedere nei luoghi, a volte senza uno stretto controllo sulla loro identità, ed a volte senza una seria verifica preventiva della loro competenza e formazione professionale;
- effettuazione di lavorazioni contemporanee non compatibili fra loro, a causa di scarso o nullo coordinamento fra le diverse imprese che concorrono ai lavori e della carenza di controllo di chi deve supervisionare in materia di sicurezza antincendio.

In definitiva, l'effettuazione di lavori, dal punto di vista della sicurezza antincendio, è sempre un momento critico nella vita di un edificio.

L'impianto di rivelazione e allarme incendi e i sistemi antincendio

La cattedrale di Notre-Dame non era dotata di un moderno sistema antincendio.

Questa scelta non era stata casuale, ma probabilmente dovuta alla volontà di evitare di snaturare la struttura del sottotetto e per scongiurare falsi allarmi ed evitare inutili esodi dei visitatori.

Gli allarmi esistenti nella cattedrale erano sorvegliati da un guardiano presente sul posto; egli, come accaduto nel giorno dell'incendio, aveva il compito di constatare la situazione di allarme e quindi chiamare soccorsi.

È stato stimato che per salire in cima al sottotetto della cattedrale occorressero circa 6 min.

Nella migliore delle ipotesi, pertanto, prima che qualcuno potesse giungere con l'idonea attrezzatura per spegnere un incendio, sarebbero dovuti occorrere circa 15 – 20 min.

La cattedrale era, invece, sprovvista di sistemi automatici di spegnimento; era presente solamente un serbatoio d'acqua, con il tetto di piombo, tra le due torri, dietro il colonnato e la galleria, capace di fornire acqua per la lotta antincendio.

L'impianto antincendio della cattedrale non fu modificato con l'insediamento del cantiere di restauro.

L'arch. Benjamin Mouton fu incaricato, agli inizi degli anni 2000, della progettazione dei nuovi sistemi antincendio.

Fino ad allora, a detta di Mouton, non era stata eseguita un'attenta valutazione dei rischi di incendio e non esisteva neanche un vero piano di esodo per i visitatori ed il personale operante nella cattedrale.

Il rischio maggiore apparve quello legato alla struttura in legno del tetto della cattedrale.

La costruzione, da molti paragonata ad *"una foresta"*, era costituita da grosse travi di quercia, in cui era difficile districarsi e quindi ipotizzare l'installazione di moderni sistemi antincendio.

Peraltro, installare dei sistemi di spegnimento automatici avrebbe comportato, quando in funzione, il rischio di danneggiare il legno, a causa dell'azione dell'acqua.

Anche la realizzazione di muri tagliafuoco avrebbe richiesto il sezionamento delle travi, snaturando la struttura del tetto, considerata un patrimonio unico da salvaguardare.

Mouton e il suo staff erano consapevoli che un incendio nel sottotetto si sarebbe propagato con estrema facilità, ma avevano sovrastimato i tempi di propagazione, supponendo che un legno così vecchio sarebbe bruciato lentamente.

Tutto considerato, Mouton e il suo staff decisero di affidarsi a un sistema di rivelazione e allarme incendi, basato su sensori per il fumo e sull'intervento dei guardiani: la loro valutazione fu che, nel tempo richiesto per completare la procedura di allarme e verifica, un incendio non avrebbe potuto arrivare ad essere incontrollabile.

Fatto sta che, nel caso dell'incendio in questione, quando il sistema di rilevazione entrò in funzione, come da procedura, il guardiano salì fino al tetto per controllare, ma il tempo necessario per allertare e far intervenire i soccorsi si rivelò drammaticamente eccessivo.

In Italia, nella Basilica di San Marco a Venezia è stato realizzato un sistema tra i più avanzati al mondo per proteggere dagli incendi i sottotetti lignei e le cupole lignee.

Come si evince da un articolo della giornalista Elisa Lorenzini, esiste un primo sistema di rilevazione posizionato in tutti i sottotetti, tra le volte in muratura e il tetto in legno, che aspira l'aria e la analizza, lanciando immediatamente l'allarme in caso di fumo. In parallelo, esiste un secondo sistema di rivelazione di tipo ottico.

Infine, come sistemi di spegnimento, sono presenti impianti *water mist* che erogano acqua nebulizzata ad alta pressione.

Determinazione dei danni

Senza l'intervento degli oltre 400 vigili del fuoco, durato quasi 10 ore, le cose potevano andare molto peggio. La struttura complessiva della cattedrale di Notre-Dame e le due torri in facciata sono state salvate.

I rosoni, provvisti di meravigliose vetrate colorate, risalenti al 1200, anche se più volte restaurati, si sono salvati quasi tutti grazie al fatto che l'incendio si è sviluppato ad un livello più alto ed al fatto che gran parte del calore sprigionato dall'incendio si è naturalmente propagato verso l'alto.

Anche le vetrate interne sono in gran parte salve.

La guglia, alta 45 m e dal peso di circa 750 t, aggiunta da Viollet-le-Duc nel 1860 al posto di quella duecentesca, andata distrutta nel 1792, è andata completamente distrutta, mentre la scultura che era stata posta in cima alla guglia, contenente delle reliquie, si è salvata.

Il crollo della guglia ha inoltre causato il grave danneggiamento di una delle volte a crociera.

Il tetto in legno di quercia, ancora originale del 1200, è andato quasi completamente distrutto; in totale, infatti, sono andati bruciati 1000 m² della copertura.

Gran parte delle opere d'arte interne sono state messe in salvo dai pompieri: momentaneamente sono state trasferite al museo Louvre, subiranno interventi di deumidificazione e saranno sottoposte al restauro per i danni legati al fumo.

Anche le reliquie conservate all'interno della cattedrale sono state salvate, mentre il *Grande Orgue*, l'organo maggiore, non interessato dalle fiamme, potrebbe aver subito danni collaterali che andranno indagati.

L'interno al livello del pavimento è danneggiato in alcune zone, dove hanno ceduto le volte in pietra.

In sostanza, i danni più gravi si sono limitati al tetto, mentre l'interno e la parte inferiore della cattedrale hanno subito danni relativamente ridotti.

L'inquinamento da piombo ha rappresentato, probabilmente, il maggiore danno collaterale.

Le oltre 430 t di lastre di piombo che ricoprivano il tetto, infatti, completamente distrutte dal fuoco, sono cadute in parte sul pavimento della navata, in parte si sono fuse, colando lungo le pareti, mentre una parte residua si è polverizzata disperdendosi nel vento, in densa nuvola di fumo.

Nell'agosto del 2019 le autorità parigine, preoccupate di un possibile inquinamento da piombo, dovettero sospendere temporaneamente i lavori di consolidamento strutturale della cattedrale, rafforzando quindi le misure di sicurezza a protezione della salute dei lavoratori.

Successivamente, sono proseguiti i controlli dei livelli di inquinamento nelle aree adiacenti la cattedrale, al fine di monitorare il conseguente potenziale rischio per la salute della popolazione.

Sicurezza strutturale post incendio

L'incendio, ovviamente, ha provocato un notevole impatto sulla stabilità strutturale della cattedrale.

Occorrerà accertare se le alte temperature, cui la struttura è stata soggetta, abbiano compromesso la resistenza della pietra che, sottoposta a quel tipo di cemento termico, tende a frammentarsi e sfarinare, perdendo le caratteristiche meccaniche originali.

Le volte hanno perso gran parte della loro funzione strutturale e l'assenza del tetto e della guglia, che avevano la funzione di zavorra per l'intera struttura portante, fa temere per la stabilità delle pareti principali.

Pertanto le volte destano serie preoccupazioni (alcune pietre sono cadute nel corso dell'incendio) e dovranno essere ricostruite; per il momento sono stati effettuati importanti interventi per limitare il possibile crollo delle pareti della cattedrale; tutti i contrafforti esterni sono stati rinforzati con robuste centine di legno per evitare che crollino in caso di cedimento delle volte.

Una sequenza di lunghe travi in legno lamellare è stata posizionata sopra le volte, al fine di realizzare una piattaforma di accesso per l'esame della struttura e per la futura ricostruzione.

I timpani nord, ovest e sud sono stati rinforzati e sostenuti da strutture in legno, la Galleria delle Chimere della torre sud è stata ancorata con cinghie in fibra.

Conclusioni

In conclusione, si resta in attesa degli sviluppi dell'inchiesta francese sulle cause dell'incendio; l'intervento dei pompieri parigini è stato coraggioso ed encomiabile.

I danni alle persone si sono limitate a soli due pompieri feriti, pur in condizioni difficilissime e i danni materiali sono risultati molto minori di quelli che si sarebbero potuti verificare.

Considerando l'immane investimento necessario per la ricostruzione, si comprende quanto sia indispensabile, specialmente per l'edilizia storica, investire sul fronte della prevenzione e della protezione sia in situazioni ordinarie che quando vengono effettuati interventi di manutenzione. È quindi auspicabile che l'incendio di Notre-Dame provochi, a livello mondiale, un risveglio di salutare consapevolezza sulla necessità di investire di più e meglio sul fronte della prevenzione e della protezione degli edifici storici, tema assai rilevante per il nostro Paese in primo luogo.

Focus - Cappella Guarini Duomo di Torino

Introduzione

La notte tra l'11 e il 12 aprile 1997 si sviluppò un incendio nel Duomo di Torino distruggendo parte della cupola di Guarino Guarini, nella quale era custodita la Sindone, e parte del torrione ovest del Palazzo Reale. Di seguito si cerca di ricostruire la situazione dell'incendio analizzando il procedimento penale e i rapporti dei VV.F. giunti nel sito, dove il pronto intervento delle squadre operative rese possibile il salvataggio della Sacra Sindone e scongiurò anche il crollo successivo della cupola guariniana, tenendo fede ad un importante compito affidato al C.N.VV.F. che comporta la tutela dell'immenso patrimonio artistico e culturale del nostro Paese.

Dal procedimento penale

L'ultima parola nelle cause penali è stata data alla superperizia affidata a un collegio di esperti di livello internazionale, visto che i periti della Procura restarono in disaccordo (tre optarono per un incidente e uno per un piromane).

La sera del venerdì 11 aprile 1997, le fiamme beneficiarono sia del fatto che il custode della Soprintendenza non si accorse dell'incendio e non diede in tempo l'allarme, che portò a un ritardo nell'intervento dei VV.F., sia delle imprudenze delle imprese che restauravano la cupola del Guarini che portarono alle circostanze di innesco.

Il carico termico del legno usato per l'impalcato fu elemento molto rilevante per gli impatti dell'incendio.

Nel procedimento penale, ci furono 17 indagati: il Soprintendente per i beni architettonici e ambientali del Piemonte, il Direttore dei lavori della Soprintendenza, i titolari e i dirigenti delle 4 imprese restauratrici della cappella della Sindone e sei guardiani insieme al capo della sorveglianza di Palazzo Reale.

Il processo si è concluso il 27 settembre 2004 con cinque condanne e sei assoluzioni.

Il giudice ha condannato per incendio colposo 4 dipendenti di una ditta che svolgeva i restauri in quel momento nella cupola e uno dei custodi di Palazzo Reale.

In un primo tempo si pensò a una ipotesi dolosa di attentato a causa della presenza a Palazzo Reale a cena, proprio la notte del rogo, del segretario generale dell'Onu, Kofi Annan.

Le indagini smentirono questa ipotesi.

Si è accertato che la sera dell'11 aprile 1997, nel cantiere del restauro, che in quel momento era aperto nel Duomo, rimase della «tensione elettrica» attivata che determinò un «innesco lento», forse attraverso una lampada lasciata accesa inavvertitamente ovvero un corto circuito.

Il calore sprigionato (lampada o corto circuito) avrebbe surriscaldato un sacco, dimenticato sui ponteggi in legno, contenente ovatta imbevuta di solventi.

L'incendio fu devastante infatti le foto e i filmati riscontrano lesioni profonde dei marmi e soprattutto deformazioni dell'acciaio che evidenziano temperature molto alte dell'incendio che provocarono lesioni su elementi portanti della cupola.

Il grande volume della cupola avrà fornito l'ossigeno per la progressione dell'incendio.

I fumi caldi accumulati nella cupola hanno rotto i vetri per l'elevata temperatura (700°C -950°C temperature di rammollimento e fusione del vetro) quindi c'è stata una crescita repentina delle fiamme anche verso l'esterno.

Forse si è creato un effetto camino che ha alimentato l'ossigeno dal basso con lo smaltimento dei fumi dalle aperture sulla cupola.

Le fiamme hanno avvolto la cupola e avranno messo in crisi i materiali e anche la stabilità della struttura.

Le foto dopo l'incidente soprattutto dei tubi innocenti dell'impalcatura fanno immaginare temperature oltre i 900°C (l'acciaio fonde a 1540°C e subisce deformazioni consistenti oltre i 900°C, bronzo e ottone fondono a quelle temperature).

Quando si sono rotti i vetri la combustione è cresciuta esponenzialmente ed è stato difficile anche raffreddare la struttura.

L'incendio venne alimentato dal legname del ponteggio.

Il ponteggio era fatto in tubi innocenti metallici con tavolato, fermapièdi e parapetti tutti in legno.

Nel processo si è stimato circa 120000 kg di legno, equivalente ad almeno 170 m³ di legno presente, ovvero a 3400 assi in legno da 4m, per una lunghezza totale di 13600 m (con peso specifico medio di 700kg/mc).

La mattina del 12 aprile 1997 i VV.F. hanno spento l'incendio e hanno lavorato da subito per affrontare la prima emergenza, pensando soprattutto alle questioni statiche.

Fu un pronto soccorso immediato dei VV.F. che permise di fare il consolidamento statico della cupola che durò circa un mese.

Nel 2018 sono terminati gli imponenti lavori di restauro ed è stata finalmente riaperta la cappella.

Si sono sostituiti vetri e marmi, ci sono stati ricuciture e incollaggi, comunque lo stato finale è molto simile a quello prima dell'incendio, alcune foto storiche lo confermano.



Dal rapporto dei VV.F. di Torino intervenuti

La sera del 11 aprile 1997, si stava tenendo una serata di gala nel Salone degli Svizzeri del Palazzo Reale con il segretario generale dell'Onu, Kofi Annan a cui partecipava anche lo stesso Soprintendente.

La cena era appena finita e i camerieri stavano sgombrando gli spazi da restituire ai turisti all'indomani. Nel punto di collegamento tra la Cappella del Guarini e il Palazzo Reale si scatena l'incendio che si sviluppa nella zona del cantiere del restauro della Cappella Guarini e sul tetto del torrione ovest del Palazzo Reale.

Il cantiere aveva quasi completato il restauro e stava ultimando gli ultimi ritocchi prima del completamento dei lavori.

La prima segnalazione al centralino 115 del comando VV.F. di Torino arrivò alle 23:48, da parte di un cittadino che notava il fuoriuscire di fumo e bagliori di fuoco dai tetti di Palazzo Reale, prossimi al Duomo. Seguirono subito altre e più concitate segnalazioni.

Le prime squadre VV.F. che arrivarono sul posto, distante qualche minuto dalla sede centrale del Comando VV.F., trovarono una situazione complessa, per le caratteristiche dei luoghi, raggiungibili con difficoltà, ma anche per la virulenza dell'incendio e per la rilevante presenza di vento, che alimentava sfavorevolmente le fiamme, rendendo oltremodo difficoltose le attività di spegnimento in quota.

In rapida successione giunsero decine e decine di vigili, raggiungendo il massimo numerico intorno all'una di notte con oltre 180 uomini.

Giunsero persino dai Comandi VV.F. di Milano, Vercelli, Biella, Novara, Asti e Alessandria, che si unirono alle forze di casa.

Sullo scenario di intervento ben 14 autopompe, 9 autobotti, 10 autoscale, 3 automezzi aeroportuali e più molti altri automezzi di supporto.

Dopo una decina di minuti dall'arrivo dei VV.F., l'incendio interessava in maniera generalizzata (*flash over*) gli ingenti quantitativi di materiali combustibili di cantiere, prevalentemente in legno, utilizzati per gli impalcati, avvolgendo dall'interno l'intera Cappella, partendo dalla zona sottostante il tamburo (vedi figure seguenti).

Si ritiene che siano stati raggiunti i 1000°C durante l'incendio visti i danni alle parti strutturali e le deformazioni dell'acciaio.

Si manifestarono frammenti di pietre dei monumenti calcinate dal fuoco.

Va sottolineato che la "calcinazione" dei minerali è un fenomeno reversibile di disidratazione del minerale che avviene sotto ai 200°C, mentre, come già detto, l'acciaio fonde a 1540°C e si deforma oltre i 900°C.

I VV.F. cercarono da subito di arginare con ogni mezzo la propagazione dell'incendio, in modo da salvaguardare le coperture dei corpi di fabbrica contigui al Palazzo Reale che, a un'altezza di oltre 20 m e senza soluzione di continuità, proseguono con l'Armeria Reale, il Palazzo della Prefettura e il Teatro Regio.

Verso le 5 del mattino, attraverso il sezionamento delle travi in legno della copertura del Palazzo Reale, effettuata in corrispondenza dell'ingresso principale da Piazza Castello (Piazzetta Reale), si ebbe ragione delle fiamme.

Successivamente venne effettuata una ricognizione dei luoghi, emerse l'insorgenza di preoccupanti dissesti che interessavano il cestello e lo stesso tamburo della Cappella.

Più specificamente, la documentazione fotografica e filmata evidenzia la formazione di un diffuso quadro di lesioni, particolarmente accentuato in corrispondenza degli archetti e dei relativi contrafforti radiali del cestello della cupola, oltre che la preoccupante rottura di una catena metallica di equilibrio delle spinte

orizzontali al livello superiore del tamburo, sintomatica di un dissesto evolutivo in atto, che bisognava fronteggiare con urgenza per evitare il collasso strutturale.

La problematica fu sottoposta all'attenzione della Commissione Straordinaria, che si avvale dell'apporto ingegneristico e operativo di specialisti dei VV.F. di Torino; venne ravvisata la necessità dell'immediata esecuzione di interventi urgenti di consolidamento e restauro di cui i VV.F. presero la responsabilità.

Furono fatti i lavori di ripristino della continuità strutturale della catena metallica rotta, di cerchiatura del tamburo per assorbire le spinte orizzontali indotte dalle parti sovrastanti, nonché di *incravattamento* dei costoloni radiali del cestello.

Si usarono macchine operatrici esterne con sbracci da 140 m e altezze di 70 m lavorando dall'esterno della cupola e con ancoraggi per la salvaguardia degli operatori nel caso fosse crollata la cupola.

Gli interventi di messa in sicurezza terminarono il 16 maggio 1997 e il giorno dopo i VV.F. consegnarono formalmente la Cappella al Sindaco di Torino in sicurezza.

La situazione subito dopo l'incendio è evidenziata nel seguente filmato:

<https://www.famigliacristiana.it/video/quando-il-fuoco-aggrediva-la-sindone.aspx>

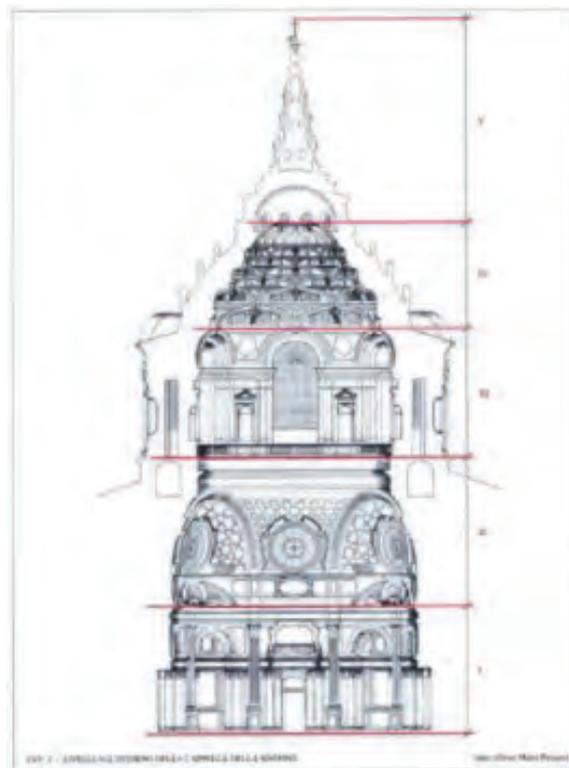
La situazione dopo il restauro è mostrata nel seguente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=GW2nVX1Pj-c>

Conclusioni

Tra le possibili cause dell'incendio è risultata evidente l'assenza di alcune minimali misure di prevenzione incendi che, ove applicate, avrebbero potuto evitare o almeno limitare i danni.

La mancata progettazione di una corretta GSA, legata a carenze sotto l'aspetto della formazione e informazione delle maestranze, sono pertanto rilevabili come le cause principali dell'incendio.



SEZIONE CAPPELLA GUARINO GUARINI A TORINO (LA SEZ. III È IL TAMBURO)



IMMAGINE DI ARCHIVIO PRIMA DEL 1997 DAL LIVELLO II VERSO L'ALTO



IMMAGINE DI ARCHIVIO PRIMA DEL 1997 DEI LIVELLI I E II



VISTA DEL TAMBURO ESTERNO AL LIVELLO III, ALL'INDOMANI DELL'INCENDIO



INTERNO DEL LOGGIATO DEL TAMBURO AL LIVELLO III, ALL'INDOMANI DELL'INCENDIO



VISTA DAL CESTELLO (LIVELLO IV) VERSO IL BASSO, ALL'INDOMANI DELL'INCENDIO (I TUBI INNOCENTI ACCARTOCCIATI DAL CALORE IN BASSO SOTTO AI QUALI RIMANEVA L'ALTARE OVE GIACEVA ANCHE LA TECA DELLA SINDONE)



VISTA DEL BACINO TRONCO AL LIVELLO II, ALL'INDOMANI DELL'INCENDIO

Focus - Realizzazione in opera di una pila di un ponte

Introduzione

In una fredda e ventosa notte si è verificato un incendio all'interno di un cantiere edile installato per la costruzione di un nuovo ponte.

L'incendio non ha provocato feriti fra i lavoratori ed è il risultato della concomitanza della mancata valutazione di tutti i rischi legati all'esecuzione delle opere, di una insufficiente informazione agli operai che hanno adottato una pratica volta alla risoluzione di un problema di posa in opera che si è dimostrata estremamente pericolosa.

Le indagini

Dopo l'intervento dei VV.F., nelle prime ore del mattino, sono state compiute le attività di accertamento da parte degli organi di Polizia Giudiziaria delegati (PG), con particolare riguardo alla verifica in merito alla sussistenza di inosservanze in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

La PG ha proceduto ad acquisire il Piano Operativo di Sicurezza (POS) dell'impresa, gli elaborati grafici allegati, i verbali del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, la scheda di sicurezza e i documenti di trasporto del materiale polistirene espanso, coinvolto nell'incendio.

Durante il sopralluogo post incendio della PG, si è constatato che sugli impalcati provvisori della pila non erano presenti estintori e sono state rinvenute due smerigliatrici angolari e due dischi.

Dalla lettura della scheda dati di sicurezza della schiuma poliuretana in uso presso il cantiere, si evince che la stessa è classificata come pericolosa e riporta le frasi di sicurezza: *H222: Aerosol altamente infiammabile* e *P210: Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare*, nonché in sez. 16 la frase *R12: Estremamente infiammabile* e *H220: Gas altamente infiammabile*.

Dalla lettura della scheda di sicurezza del polistirene espanso si evince la precauzione per la manipolazione: *Eliminare le fonti di accensione Evitare scintille*; e quale condizione da evitare: *Evitare la vicinanza con fonti d'ignizione (scintille o fiamme libere)*.

Dall'analisi del POS, la PG rileva che non risulta valutata la compatibilità in termini di rischi di materiali, attrezzature e lavorazioni.

La PG ha verificato anche la documentazione relativa all'attività di informazione e formazione dei lavoratori presenti sulla pila al momento dell'evento.

Ha altresì proceduto all'escussione a sommarie informazioni dei lavoratori dell'impresa e all'acquisizione delle immagini video di una emittente locale relative all'incendio.

La dinamica dell'evento

La ricostruzione della dinamica dell'evento è stata possibile mettendo a confronto le dichiarazioni rese dai lavoratori che operavano sulla pila al momento dell'evento; importanti sono risultate altresì le evidenze documentali e il materiale raccolto, oltre alle risultanze dell'approfondimento condotto dal Coordinatore per l'Esecuzione dei Lavori (CSE).

La notte dell'incendio gli addetti dell'impresa esecutrice erano impegnati nella realizzazione dell'ultima elevazione della pila; essa, infatti, era stata edificata, per elevazioni successive, ciascuna delle quali realizzata mediante impiego di casseri rampanti dotati di impalcato di lavoro, accessibile con apposite scale prefabbricate, posa di gabbie d'armatura in acciaio preassemblate e getto di calcestruzzo.

La pila, a pianta ellittica, internamente era cava e la struttura di casseri ed impalcato di lavoro prefabbricati era vincolata alle parti già realizzate della pila e permetteva l'accesso agli addetti in corrispondenza della porzione più alta della pila, ove veniva effettuato il getto di calcestruzzo nelle casseforme; l'ultima elevazione della pila prevedeva tuttavia, una singolarità costituita dall'uso di un cassero a perdere formato da blocchi di polistirene.

I blocchi di polistirene occupavano uno spazio che corrispondeva al vuoto del cavo della pila ed erano posizionati su una piastra in acciaio collegata con travi metalliche alla struttura in calcestruzzo armato della pila stessa.

Al momento dell'incendio, erano già stati sistemati sulla pila i blocchi in polistirene ed i lavoratori erano impegnati nella sistemazione delle barre in acciaio che, attraversando da parte a parte le cassette, permettevano di bloccarle e mantenerle in posizione per il successivo getto del calcestruzzo, in gergo note come "spade". L'inserimento delle spade avveniva mediante utilizzo di tubi di plastica entro i quali erano fatte passare, per poi essere fissate con farfalla e piastra all'esterno del cassero.

Le "spade", attraversando il getto, erano posizionate all'interno di tubi in plastica in modo da poter essere sfilate al momento del disarmo quando i casseri venivano rimossi; il fissaggio alle due estremità avveniva per mezzo di piastre e farfalle filettate che venivano avvitate sulla barra.

Dal racconto dei lavoratori presenti emergono particolari utili a ricostruire la dinamica dell'evento e a comprenderne le cause: tutti concordano che l'attività in corso fosse quella di chiusura del cassero, per il successivo completamento dell'armatura e getto del calcestruzzo, e che pertanto fossero in fase di sistemazione le "spade".

Le operazioni che si stavano eseguendo consistevano nella rifinitura della testa della barra deformata dall'usura e dai colpi inferti per sfilarla; le stesse andavano "riflettate" al fine di rendere possibile nuovamente l'avvitamento delle farfalle di chiusura e detta attività avveniva utilizzando un flessibile a disco. Praticamente, una volta inserita la barra nei tubi di plastica, le estremità degli stessi venivano riempiti di schiuma poliuretanica per evitare che il getto di calcestruzzo bloccasse le barre.

L'incendio scoppiava proprio al momento della smerigliatura con il flessibile a disco delle barre metalliche, quando le scintille prodotte dall'operazione entravano in contatto con la schiuma poliuretanica, coinvolgendo poi i blocchi di polistirene e propagandosi rapidamente alle parti in legno di casseri ed impalcati.

Dalle dichiarazioni dei lavoratori emergono ulteriori elementi concordi, fra questi di rilievo è il fatto che l'uso delle schiume poliuretatiche non fosse estemporaneo, ma fosse una modalità consueta, utilizzata anche durante la costruzione delle altre pile, modalità attuata proprio al fine di poter rimuovere più agevolmente le "spade", che altrimenti potrebbero rimanere bloccate dal getto di calcestruzzo; altrettanto pacifico e consueto risulta l'utilizzo del flessibile a disco sulle barre metalliche, con conseguente produzione di scintille.

I lavoratori, accortisi dell'incendio, provavano a raggiungere l'estintore che si trovava sull'impalcato superiore, ma appena aperta la botola di passaggio rinunciavano perché le fiamme erano già alte e c'era molto fumo.

L'unico estintore disponibile si trovava, infatti, presso il quadro elettrico al piano superiore rispetto al livello ove gli addetti stavano operando con il flessibile e non era perciò prontamente disponibile.

Verificata questa ulteriore circostanza aggravante, il Preposto comandava l'immediata evacuazione della squadra attraverso le scale del cassero rampante e provvedeva a chiamare i soccorsi.

Piano Operativo di Sicurezza

Le lavorazioni di costruzione della pila e, in particolare, le attività di realizzazione dell'ultima elevazione sono descritte e disciplinate ai fini di salute e sicurezza dal già citato POS in cui sono indicate le fasi di realizzazione dell'ultima elevazione della pila mediante impiego di cassero a perdere in polistirene, rappresentate da:

1. Posa della piastra in acciaio;
2. Posa in opera gabbie d'armatura;
3. Posa di blocchi in polistirene;
4. Posa rete elettrosaldata e blocchetti distanziatori in calcestruzzo;
5. Posa in opera gabbie d'armatura (estradosso polistirene);
6. Casseratura e getto;
7. Disarmo.

Nella fase di preparazione e posa dei casseri è descritta l'installazione dei tiranti (cd. "spade") e piastre dei casseri di progetto ma non si fa riferimento all'uso di schiume poliuretatiche in questa fase, né fra i rischi individuati nella fase di lavoro è esplicitato il rischio incendio.

Si fa invece esplicito riferimento alla scheda allegata al POS di "Utilizzo di attrezzature elettriche portatili", con indicazioni relative all'uso della smerigliatrice angolare a disco (cd. flessibile) e sono indicate alcune precauzioni da adottare relativamente al rischio di proiezione di frammenti o particelle di materiale durante le operazioni di smerigliatura, ma non sono messi in evidenza specifici rischi di incendio connessi all'uso dell'attrezzatura.

Le sostanze pericolose di cui è stato accertato l'utilizzo in cantiere (schiume poliuretatiche, stucco, ecc.) non sono state elencate nel POS, né allo stesso sono state allegate le relative schede di sicurezza e non sono stati presi in considerazione né i rischi connessi all'uso delle stesse né le relative precauzioni d'impiego.

Più in generale, non è stata valutata in sede di POS la compatibilità fra le attrezzature utilizzate (smerigliatrici angolari - cd. flessibili), le lavorazioni previste (fonte di scintille) ed i materiali combustibili e/o infiammabili presenti (legno, polistirene, schiume poliuretatiche, ecc.), anche al fine di definire compiutamente il rischio incendio e stabilire le necessarie misure di prevenzione e protezione da adottare (sostituzione dei prodotti/materiali, specifiche procedure di sicurezza, dotazioni di mezzi di estinzione, ecc.); al contrario, come detto, il rischio incendio non era, di fatto, considerato e gli stessi estintori non erano immediatamente disponibili nei pressi della zona ove venivano prodotte le scintille.

In seguito all'incendio, il POS veniva fatto oggetto di revisione: qui sono individuate, in dettaglio, le fasi che prevedono l'utilizzo di attrezzature elettriche portatili sui piani di lavoro dei casseri rampanti e tra le modalità operative indicate, sono previste specifiche misure atte a prevenire l'insorgere di incendi, tipo l'apposizione di un telo ignifugo sui blocchi di polietilene durante l'utilizzo delle attrezzature elettriche portatili,

l'introduzione di una schiuma antifuoco non pericolosa e viene prescritto il posizionamento di estintori sul piano di lavoro.

Formazione ed informazione del personale

Dall'esame della documentazione in merito alla formazione dei lavoratori impegnati nella realizzazione della pila la notte dell'evento, è risultato che gli stessi fossero in possesso della formazione generale e specifica; uno dei lavoratori era in possesso dell'attestato di idoneità tecnica per l'espletamento dell'incarico di addetto antincendio in attività a rischio elevato e aveva ricevuto la formazione quale preposto ed era formato e incaricato quale addetto al primo soccorso.

Non risultava evidenza dell'informazione in merito alle sostanze pericolose impiegate, con riferimento ai rischi per la sicurezza derivanti dall'uso delle stesse ed alla messa a disposizione dei lavoratori delle relative schede dati di sicurezza.

Conclusioni

Quella notte una squadra dell'impresa era impegnata nella chiusura del cassero, per il successivo completamento dell'armatura e getto del calcestruzzo necessario alla realizzazione dell'ultima elevazione della pila.

In particolare, il caposquadra e preposto è impegnato nella smerigliatura con impiego di un flessibile a disco delle barre in acciaio (cd. "spade") che attraversano da parte a parte la cassetta e che ne permettono, mediante fissaggio con farfalla e piastra, la chiusura.

Tale attività produce scintille che investono la schiuma poliuretana infiammabile usata per intasare i tubi in plastica attraversati dalle "spade", innescando l'incendio che coinvolge immediatamente i blocchi combustibili di polistirene (precedentemente disposti quale cassero a perdere) e si propaga rapidamente alle parti in legno di casseri ed impalcati.

L'utilizzo della smerigliatrice angolare (cd. "flessibile") è previsto nel POS, mentre l'impiego di schiume poliuretane per facilitare la rimozione delle "spade" dopo il getto, sebbene costituisca una modalità di lavoro adottata già su altre pile, non è fatta oggetto di valutazione nel POS: la schiuma poliuretana è estremamente infiammabile nel momento in cui viene spruzzata ma inerte una volta indurita, e l'uso probabilmente nasce da un'idea dei lavoratori, finalizzata alla semplificazione del lavoro (facilitare il successivo recupero delle "spade").

L'uso della smerigliatrice, come visto nel capitolo 2, può costituire un innesco di incendio in quanto provoca scintille.

La probabilità che le scintille provenienti dalle lavorazioni vadano a colpire superfici di materiali combustibili o infiammabili è abbastanza elevata, sono infatti diversi gli incendi, anche gravi, verificatisi nei cantieri a seguito della concomitante presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e dell'uso di smerigliatrici.

Si ricorda ad esempio: il rogo che ha bruciato circa 3000 m² di cui 2000 di oliveti e 1000 di bosco a Loro Ciuffenna il 21 luglio 2017 scatenato dalle scintille dovute al taglio di alcuni tondini in ferro, con una smerigliatrice in un cantiere vicino al bosco andato in fumo e l'incendio nel 2006 durante i lavori di costruzione di un traghetto nei cantieri navali Visentini in cui morì un operaio per le ustioni riportate.

In altri incendi durante l'uso della smerigliatrice l'innesco è stato dovuto alla presenza di materiale infiammabile (ad es.: solventi, colle, ecc.) o combustibile (panni sporchi di olio, sterpaglie, carta, film estensibile in plastica, ecc.) in prossimità della postazione di lavoro.

Si inquadra tutto nel contesto dell'inosservanza alle normative in materia di sicurezza sul lavoro da parte del datore di lavoro e del lavoratore; infatti, il datore di lavoro dell'impresa, non ha provveduto alla valutazione in sede di POS della compatibilità fra le attrezzature utilizzate (smerigliatrici angolari, cosiddetti flessibili), le lavorazioni previste (fonte di scintille) ed i materiali combustibili e/o infiammabili presenti (legno, polistirene, schiume poliuretane, ecc.), anche al fine di definire compiutamente il rischio incendio e stabilire le necessarie misure di prevenzione e protezione da adottare (sostituzione dei prodotti/materiali, specifiche procedure di sicurezza, dotazioni di mezzi di estinzione, ecc.).

Egli ha altresì concorso a determinare l'evento non prendendo in considerazione i rischi specifici, i limiti di impiego e le precauzioni da adottarsi relativamente all'uso di sostanze pericolose infiammabili, anche ai fini antincendio, non fornendo in merito adeguate informazioni ai lavoratori; è evidente altresì la corresponsabilità del lavoratore, anche con riguardo al suo ruolo di preposto e addetto antincendio, relativamente all'attuazione di una pratica non disposta dal datore di lavoro che si è rivelata estremamente pericolosa.

Bibliografia

1. **d.lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.** "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
2. **d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i.** "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 (Codice di prevenzione incendi)"
3. **d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151** "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
4. **d.m. 7 agosto 2012** "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151"
5. **d.p.r. 19 marzo 1956, n. 302** Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547
6. **d.p.r. 9 aprile 1959, n. 128** Norme di polizia delle miniere e delle cave
7. **d.m. 10 marzo 1998** Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
8. **d.p.r. 14 settembre 2011 n. 177** Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti, a norma dell'articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81
9. **Circolare n. 74 del 20 settembre 1956 e s.m.i.** per d.p.r. 28 giugno 1955, n. 620 "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio di depositi di G.P.L. contenuti in recipienti portatili e delle rivendite"
10. **d.m. 13 ottobre 1994 e s.m.i.** "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m³ e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg"
11. **d.m. 14 maggio 2004 e s.m.i.** "Regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di GPL con capacità non superiore a 13 mc"
12. **d.m. 17 aprile 2008 e s.m.i.** "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8"
13. **d.m. 3 febbraio 2016 e s.m.i.** "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8"
14. **L. Circolare MI 15 ottobre 1964 n. 99** "Contenitori di ossigeno liquido. Tanked evaporatori freddi per uso industriale" e chiarimenti con **L. Circolare MI del 21 marzo 1979**
15. **d.m. 22 novembre 2017** "Regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio di contenitori-distributori, ad uso privato, per l'erogazione di carburante liquido di categoria C"
16. **d.m. 22 febbraio 2006** "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici"
17. **d.m. 13 luglio 2011** "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"
18. **d.m. 9 aprile 1994 e s.m.i.** "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere"
19. **d.m. 14 luglio 2015** "Disposizioni di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico - alberghiere con numero di posti letto superiore a 25 e fino a 50 esistenti alla data di entrata in vigore del decreto stesso"
20. **d.m. 9 agosto 2016** "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico-alberghiere, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139"
21. **d.m. 8 novembre 2019** "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi"
22. **d.m. 28 aprile 2005** Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi.
23. Circolare MI prot. 3746 del 25/03/2014 Quesito n. 853 - Impianti termici alimentati a combustibile solido. Riscontro
24. **d.m. 1 febbraio 1986** "Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili" * *abrogato con Decreto del Ministero 15 maggio 2020*
25. **d.m. 21 febbraio 2017** "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa"

26. **d.m. 15 maggio 2020** - Approvazione delle norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa.
27. **l. 27 marzo 1992, n. 257**, "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"
28. **d.m. 6 settembre 1994**, "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della l. 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto"
29. **d.p.r. 8 agosto 1994**, "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dei pericoli derivanti dall'amianto"
30. **Circolare DCPREV 5043 del 15/04/2013** - "Linee Guida tecnica "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili"
31. **UNI EN ISO 3821:2020** "Attrezzature per saldatura a gas - Tubi di gomma per saldatura, taglio e processi correlati"
32. **UNI EN 16156** "Sigarette - Valutazione della propensione all'innescio - Requisiti di sicurezza"
33. **UNI 10449:2008** Manutenzione - Criteri per la formulazione e gestione del permesso di lavoro"
34. **CEI 64-8** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua"
35. **CEI 64-17** "Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri", (2010) - non più in vigore"
36. **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici", (2014)
37. **CEI 11-48 (CEI EN 50110-1)** "Esercizio degli impianti elettrici. Parte 1: Prescrizioni Generali", (2014)
38. **CEI 11-15** "Esecuzione di lavori sotto tensione su impianti elettrici di Categoria II e III in corrente alternata", (2011), + CEI 11-15 EC:2014"
39. **CEI 81-10/1 (EN 62305-1)** "Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali"
40. **CEI 81-10/2 (EN 62305-2)** "Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio"
41. **CEI 81-10/3 (EN 62305-3)** "Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
42. **CEI 81-10/4 (EN 62305-4)** "Protezione contro i fulmini"
43. HSE Health and Safety Executive - Fire safety in construction: Guidance for clients, designers and those managing and carrying out construction work involving significant fire risks, HSG168 (Second edition) HSE Books 2010 ISBN 978 0 7176 6345 3
www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg168.htm
44. HSE Health and Safety Executive - The safe use and handling of flammable liquids, HSG140 (Second edition) HSE Books 2015 ISBN 978 0 7176 6609 6
www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg140.htm
45. HSE <https://www.hse-formazione.it/l-esperto-risponde/salute-sicurezza-sul-lavoro/lavori-caldo-rischi-specifici-modalita-operative.html>;
46. NFPA 921 "Guide for fire and explosions investigation"
47. Guida ISPESL 2009 - Esecuzione in sicurezza delle attività di scavo"
48. Guida INAIL 2016 - Riduzione del rischio nelle attività di scavo"
49. S. Facchinetti, T. Storto, G. Luzzana, P. Leghissa, G. Mosconi, P. E. Cirila, I Martinotti - "Esposizione ad agenti chimici nella posa di membrane: i risultati dello studio bergamasco" - tratto da "Salute e sicurezza nelle opere di impermeabilizzazione con membrane bituminose"
50. (Regione Lombardia) volume degli atti 2009"
51. "Vademecum per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle attività di saldatura metalli" (ottobre 2012) - Regione Lombardia/Direzione Generale Sanità"
52. S. Zanut (C.N.VV.F.) - "Lavori a caldo - Procedure operative in sicurezza per utilizzare fiamme libere in cantiere - articolo su "Lavoro sicuro" - www.ambientesicurezza.ilsole24ore.com
53. M. Grandi - Guida all'antincendio nei cantieri - 2015 - Wolters Kluwer Italia"
54. IMPER <http://www.romapont.it/wp-content/uploads/imper.pdf>;
55. CFPA - Fire prevention on construction sites - Guideline No. 21, 2012"
56. http://www.cfpa-e.eu/wpcontent/uploads/files/guidelines/CFPA_E_Guideline_No_21_2012_F.pdf
57. F. Retacchi - La normativa italiana e comunitaria nel settore degli esplosivi civili"
58. A. Muller - Introduzione all'uso degli esplosivi nei lavori civili e minerari, elementi di esplosivistica"
59. Linea guida "Utilizzo degli esplosivi nella realizzazione di gallerie" - Conferenza delle regioni e delle province autonome"
60. Annuario statistico del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco - anno 2019"
61. J. Lentini - Scientific Protocols for Fire Investigation,
62. D. J. Icove - Kirk's fire investigation"
63. R. Sabatino, Formazione antincendio - Gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, INAIL, (2012), ISBN 978-88-7484-303-9"

64. R. Sabatino, A. Di Muro et al. - La progettazione della sicurezza nel cantiere, INAIL, (2015), ISBN 978-88-7484-444-9
65. G.L. Amicucci, M.T. Settino, D. Ranieri, L. Di Lollo, Lavori in prossimità di linee elettriche aeree: Valutazione del rischio e misure di prevenzione, INAIL, (2016), ISBN 978-88-7484-515-6
66. G. L. Amicucci, F. Di Tosto, M. T. Settino, Lavori elettrici in alta tensione, INAIL, (2017), ISBN 978-88-7484-579-8
67. G. L. Amicucci, F. Di Tosto, F. Fiamingo, M. T. Settino, Lavori elettrici in bassa tensione, INAIL, (2018), ISBN 978-88-7484-116-5
68. P. Capone, "Valutazione del Rischio Amianto in casi particolari: gli incendi e le calamità naturali che coinvolgono MCA", Seminario Rischio Ambientale - Arpacal, Università Magna Mediterranea di Reggio Calabria, 3-10 aprile 2019
69. F. Paglietti, S. Malinconico, B. Conestabile della Staffa, S. Bellagamba, P. De Simone, "Classification and management of asbestos-containing waste: European legislation and the Italian experience", Waste Management, Volume 50, Elsevier - 2016, pp. 130-150. Impact Factor: 3.220; 5-Year Impact Factor: 3.522, ISSN: 0956-053X
70. B. Conestabile della Staffa, F. Paglietti, S. Malinconico, S. Bellagamba, P. De Simone, "Rischi per i lavoratori in siti contaminati: rischio amianto", Convegno INAIL "Rischi per i lavoratori nei cantieri di bonifica e nei siti contaminati - Intersezione tra d.lgs. 81/2008 e d.lgs. 152/2006", Remtech 2016, Ferrara, 22 settembre 2016 pag. 103 - 109. ISBN: 978-88-904428-1-0
71. F. Paglietti, S. Bellagamba, B. Conestabile della Staffa, P. De Simone, C. Massaro, D. Taddei, I. Lonigro, "Rimozione in sicurezza delle tubazioni idriche interrato in cemento amianto - Istruzioni operative INAIL per la tutela dei lavoratori e degli ambienti di vita" Collana salute e sicurezza, Edizione INAIL 2019. ISBN 978-88-7484-153-0
72. Nucleo Investigativo Antincendi, Gli incendi di natura elettrica, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, (2017)
73. <http://www.telemadrid.es/programas/hoy-en-madrid/Aniversario-incendio-edificio-Windsor-9-1656224365--20150212112658.html>
74. https://www.repubblica.it/esteri/2019/04/24/news/incendio_notredame_l_impresa_ammette_gli_operai_fumavano_sull_impalcatura_-224777158/
75. NOI Vigili del fuoco - Rivista ufficiale dei VV.F. - Ministero dell'Interno - n. 16 maggio-giugno 2019
76. K. Bennhold e James Glanz (The New York Times del 19 aprile 2019)
77. A. Tripodi (Il Sole 24 Ore del 16 aprile 2019)
78. Redazione di www.architetti.com - 17 aprile 2019
79. G. Zaccarelli (OrizzontEnergia del 19 giugno 2019)
80. F. Bandarin (Il Giornale dell'Arte n. 401, ottobre 2019)
81. D. Rigoli (Edil Tecnico del 24 aprile 2019)
82. E. Lorenzini (Corriere del Veneto del 17 aprile 2019)
83. La Repubblica 28 settembre 2004
84. <https://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2004/09/28/per-il-rogo-nel-duomo-di-torino.html>
85. La Repubblica 20 maggio 1999
86. <https://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/1999/05/20/incendio-della-sindone-diciassette-indagati.html>

Fonti immagini

Immagine	Fonte
Copertina	VV.F.
pag. 10	Autori
pag. 11	Autori
pag. 12	Autori
pag. 13a	https://tg24.sky.it/mondo/2018/03/18/filippine-incendio-albergo-manila
pag. 13b	https://www.ilpost.it/2018/03/18/incendio-casino-manila/7
pag. 14	https://www.ilpost.it/2017/06/14
pag. 19	Autori
pag. 20	Autori
pag. 25	https://www.chimica-online.it/ e https://saldatrice-top.com/saldatrice-ossiacetilenica/
pag. 26a	Atti della Convenzione di ricerca per la valutazione della prestazione di reazione al fuoco dei sistemi di isolamento a cappotto isolanti per facciate di edifici tra DCPST VV.F. e LSFire Testing Institute (luglio 2014)
pag. 26b	
pag. 27	
pag. 29	Scientific protocol for fire investigation - J. Lentini
pag. 34	VV.F.
pag. 38	VV.F.
pag. 40a	VV.F.
pag. 40b	VV.F.
pag. 40c	VV.F.
pag. 40d	VV.F.
pag. 43	VV.F.
pag. 46	https://www.polesine24.it/home/2020/01/28/gallery/
pag. 48	VV.F.
pag. 50	https://www.unionearchitetti.com/ e http://www.centroservizivideoispezioni.it/
pag. 51a	VV.F.
pag. 51b	https://www.slideshare.net/serviziarete/relining-e-tecniche-no-dig
pag. 52	https://www.google.it/maps
pag. 65	Autori
pag. 72a	http://www.telemadrid.es/programas/hoy-en-madrid/Aniversario-incendio-edificio-Windsor-9-1656224365--20150212112658.html
pag. 72b	https://www.repubblica.it/esteri/2019/04/24/news/incendio_notre-dame_l_impresa_ammette_gli_operai_fumavano_sull_impalcatura_-224777158/
pag. 79	NOI Vigili del fuoco - Rivista ufficiale dei VV.F. - Ministero dell'Interno n. 16 maggio-giugno 2019
pag. 81a	
pag. 81b	
pag. 82	
pag. 83	
pag. 84	
pag. 89	https://www.larapedia.com/religione-sindone/La-sacra-sindone.html
pag. 90	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)
pag. 91a	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)
pag. 91b	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)
pag. 92a	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)
pag. 92b	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)
pag. 93a	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)
pag. 93b	Ministero dei Beni Culturali - Linee guida Illuminazione interna ed esterna (2017)