



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO

Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica, Antincendio ed Energetica

LINEE GUIDA E TECNICHE DI RILIEVO VIDEO- FOTOGRAFICO E GEOMETRICO-DIMENSIONALE NELLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE

**a cura del
NUCLEO INVESTIGATIVO ANTINCENDI
Capannelle – ROMA**



2025



Il rilievo video fotografico degli scenari di incendio e di esplosione rappresenta la base e l'inizio delle procedure investigative per la ricerca degli elementi di prova delle cause del sinistro.

L'utilizzo di attrezzatura ad alta tecnologia, e una consolidata confidenza con l'uso di tutte le apparecchiature attualmente in dotazione ai Nuclei Investigativi dei Vigili del Fuoco per effettuare i rilievi video fotografici e dimensionali degli scenari, costituiscono la base di un corretto rilievo e una solida base per gli sviluppi investigativi di una indagine condotta con metodo scientifico.

La presente pubblicazione è stata elaborata quindi con lo scopo di fornire elementi utili ed investigativi rispetto a quanto già contenuto nella precedente pubblicazione del NIA del 2016.

Il documento si avvale della raccolta di ampia documentazione inerente i rilievi video fotografici e geometrico dimensionali di scenari reali e trattati dal personale del Nucleo Investigativo Antincendi.

La pubblicazione è stata curata dall' Ing. Luigi Capobianco, dirigente del NIA, che si è avvalso del supporto e dell'esperienza investigativa del personale del Nucleo

Ing. Giampietro BOSCAINO

Direttore Centrale per la Prevenzione
Sicurezza Tecnica Antincendio ed
Energetica



GIAMPIETRO
BOSCAINO
MINISTERO
DELL'INTERNO
26.08.2025 16:41:28
GMT+01:00

Sommario

LINEE GUIDA E TECNICHE DI RILIEVO VIDEO-FOTOGRAFICO E GEOMETRICO-DIMENSIONALE NELLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE.....	5
Introduzione.....	6
1.1 CONCETTI FONDAMENTALI DI FOTOGRAFIA.....	6
1.2 Tipologie di fotocamere.....	7
1.3 Sensore fotografico.....	8
1.4 Il fattore di <i>crop</i>.....	10
1.5 Otturatore.....	10
1.6 Obiettivi fotografici.....	11
1.7 Elementi di composizione fotografica.....	12
1.8 Esposizione fotografica.....	14
1.9 Messa a fuoco.....	15
1.10 Bilanciamento del bianco.....	16
1.11 Editing e post-produzione fotografica.....	17
1.12 Fotografia digitale vs fotografia analogica.....	18
1.13 Suggestimenti e consigli pratici.....	19
2. IL RILIEVO FOTOGRAFICO NELLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE.....	21
2.1 Concetti generali.....	21
2.2 Preparazione del rilievo fotografico.....	22
2.3 Tecnica di ripresa.....	22
2.4 Metodi di illuminazione.....	23
2.5 Documentazione dei dettagli dimensionali.....	24
2.6 Casi particolari: fotografia sferica e panoramiche.....	25

2.7	Fascicolo fotografico e conservazione delle immagini	26
2.8	Considerazioni generali	26
3.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL RILIEVO FOTOGRAFICO.....	27
4.	RILIEVI VIDEO NELL'AMBITO DELLE INDAGINI SU INCENDI ED ESPLOSIONI	45
4.1	Introduzione.....	45
4.2	Arrivo sulla scena dell'evento	46
4.3	Aspetti tecnici della ripresa video.....	46
4.4	Rilievi video in ambienti complessi	48
4.5	Rilievi video in attività di laboratorio nell'ambito degli accertamenti tecnici non ripetibili	49
4.6	Rilievi foto-video in attività di sopralluogo: esempi pratici.....	51
5	IL RILIEVO GEOMETRICO-DIMENSIONALE	53
5.1	Modalità di esecuzione del rilievo geometrico-dimensionale	54
6	I RILIEVI TECNICI CON STRUMENTAZIONE AD ALTO CONTENUTO TECNOLOGICO	57
6.1	Il rilievo con la SpheronCam	58
6.2	SpheronCam: casi di studio ed esempi pratici.....	61
6.3	Il rilievo con il Laser scanner	62
6.4	Laser scanner: caso di studio ed esempio pratico	66
7	CONCLUSIONI	67
	TESTI E MATERIALI CONSULTATI	68
	RINGRAZIAMENTI	69

**LINEE GUIDA E TECNICHE DI RILIEVO
VIDEO-FOTOGRAFICO E GEOMETRICO-
DIMENSIONALE NELLE ATTIVITÀ
INVESTIGATIVE**

Introduzione

L'attività dei vigili del fuoco nell'ambito dell'investigazione antincendi, strettamente connessa con la funzione di Polizia Giudiziaria, rientra tra i compiti istituzionali del personale operativo ed in questi ultimi anni è andata sempre più strutturandosi, a seguito di precise disposizioni fornite dalle strutture centrali del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile.

In questo nuovo manuale, che si aggiunge alle linee guida emanate nel 2016, vengono trattati gli argomenti relativi ai vari rilievi tecnici che vengono svolti nel corso dell'attività investigativa: rilievi video-fotografici, geometrico-dimensionali e con strumentazioni ad alto contenuto tecnologico (SpheronCam e laser scanner).

1.1 CONCETTI FONDAMENTALI DI FOTOGRAFIA

La parola fotografia deriva dal greco φωτός (*photos*), "luce", e γράφω (*gráphō*), "disegnare/scrivere", quindi letteralmente significa "disegnare/scrivere con la luce".

Che si tratti di una macchina fotografica professionale o dello smartphone, il potere della fotografia risiede nella sua capacità di fermare il tempo e di raccontare storie attraverso l'immagine. In questo capitolo introduttivo approfondiremo i concetti di base della fotografia, dalle tipologie di fotocamere agli elementi essenziali della composizione, per fornire una guida completa utile a migliorare le proprie abilità fotografiche.

1.2 Tipologie di fotocamere

Il primo passo per padroneggiare l'esercizio della fotografia è conoscere i principali tipi di fotocamere e le loro caratteristiche. Le fotocamere si possono suddividere in quattro categorie principali:

1. Reflex digitali (DSLR)

Le reflex digitali, comunemente abbreviate in DSLR (*Digital Single Lens Reflex*), sono fotocamere professionali che dispongono di un mirino ottico e di uno specchio interno che riflette l'immagine attraverso il pentaprisma. Questo sistema consente di vedere in anteprima l'inquadratura

esattamente come verrà catturata dal sensore. Le DSLR sono apprezzate per la possibilità di utilizzare ottiche intercambiabili,



offrendo così un'ampia gamma di possibilità di scatto. Inoltre, il sensore di grandi dimensioni garantisce un'eccellente qualità dell'immagine, soprattutto in condizioni di scarsa luminosità. L'otturatore meccanico e il mirino ottico conferiscono alle reflex digitali un'esperienza fotografica di tipo tradizionale.



2. Fotocamere mirrorless

Le fotocamere mirrorless, a differenza delle reflex, non dispongono dello specchio interno. Ciò le rende più compatte e leggere, pur mantenendo prestazioni elevate. Il mirino elettronico di queste fotocamere consente una visione in tempo reale

dell'inquadratura, offrendo un'anteprima dell'esposizione e del bilanciamento del bianco. Le mirrorless sono caratterizzate da un autofocus rapido e avanzato, oltre a una qualità video di alta gamma. Sebbene abbiano una durata della batteria inferiore rispetto alle reflex, le fotocamere mirrorless rappresentano una scelta ideale per i fotografi che prediligono leggerezza e versatilità senza rinunciare alle prestazioni.

3. Fotocamere compatte

Le fotocamere compatte, definite anche *point-and-shoot*, sono solitamente di dimensioni ridotte e con un'ottica non intercambiabile. Nonostante la semplicità d'uso, le compatte offrono spesso funzionalità avanzate, come lo zoom ottico, il flash integrato e il controllo manuale di alcuni parametri. Queste fotocamere sono particolarmente indicate per scatti spontanei e di viaggio, grazie alla loro praticità e portabilità. Alcune compatte di fascia alta possono anche competere con le prestazioni delle fotocamere reflex e mirrorless.

4. Fotocamere bridge

Le fotocamere bridge rappresentano un ibrido tra le reflex e le compatte. Pur avendo un aspetto simile a quello delle reflex, le bridge sono dotate di un obiettivo non intercambiabile, ma con uno zoom ottico particolarmente esteso. Questo le rende ideali per la fotografia di soggetti distanti. Sebbene la qualità dell'immagine non raggiunge quella delle reflex, le bridge offrono un buon compromesso tra versatilità e praticità.

1.3 Sensore fotografico

Il sensore fotografico è il cuore di ogni fotocamera digitale. Esso è responsabile della conversione della luce in segnali elettrici, permettendo la cattura dell'immagine. I sensori si differenziano principalmente per le loro dimensioni, che influenzano direttamente la qualità e le prestazioni della fotocamera.

1. Sensore full-frame

Il sensore full-frame, o pieno formato, ha dimensioni pari a 36 x 24 mm, corrispondenti alla misura della pellicola fotografica tradizionale. Questo tipo di sensore è considerato lo standard di riferimento per la fotografia professionale, in quanto garantisce un'eccellente qualità dell'immagine, una bassa sensibilità al rumore e una maggiore profondità di campo. I sensori full-frame sono generalmente utilizzati sulle fotocamere reflex di fascia alta e su alcune mirrorless.

2. Sensore APS-C

Il sensore APS-C, o formato ridotto, è leggermente più piccolo del full-frame, con dimensioni intorno ai 23 x 15 mm. Questo formato è molto diffuso sulle fotocamere reflex e mirrorless di fascia media e entry-level. Pur essendo più piccolo del full-frame, l'APS-C offre ancora prestazioni molto elevate, con una buona qualità dell'immagine, un buon controllo del rumore e una profondità di campo intermedia.

3. Sensore micro four thirds (MFT)

Il sensore *micro four thirds*, o MFT, è ancora più piccolo rispetto all'APS-C, con dimensioni di 18 x 13,5 mm. Questo formato è stato sviluppato appositamente per le fotocamere mirrorless, permettendo di realizzare corpi macchina e ottiche più compatti e leggeri. Nonostante le dimensioni ridotte, i sensori MFT offrono prestazioni di buon livello, soprattutto per quanto riguarda la fotografia e la registrazione video.

4. Sensori di dimensioni inferiori

Esistono anche sensori di dimensioni ancora più ridotte, come quelli da 1 pollice e 1/2,5 pollici, tipicamente utilizzati sulle fotocamere compatte e sugli smartphone. Questi sensori più piccoli sacrificano in parte la qualità dell'immagine per raggiungere dimensioni e pesi ancora più contenuti, ma possono comunque garantire risultati soddisfacenti in determinate condizioni di utilizzo.

1.4 Il fattore di *crop*

Un importante concetto da tenere a mente quando si parla di sensori è il cosiddetto fattore di *crop*, o fattore di ritaglio. Questo valore indica il rapporto tra la diagonale di un sensore full-frame (considerato lo standard di riferimento) e la diagonale del sensore di una fotocamera digitale.

Il fattore di *crop* è importante perché influenza la lunghezza focale effettiva degli obiettivi utilizzati. Ad esempio, su una fotocamera con sensore APS-C, che ha un fattore di *crop* di 1,5x, un obiettivo da 50 mm avrà una lunghezza focale equivalente a 75 mm (50 mm x 1,5). Questo significa che l'immagine risulterà ingrandita rispetto a quella ottenuta con lo stesso obiettivo su una fotocamera full-frame.

Conoscere il fattore di *crop* della propria fotocamera è essenziale per comprendere l'effettiva lunghezza focale con cui si sta scattando e per scegliere gli obiettivi più adatti alle proprie esigenze.

1.5 Otturatore

L'otturatore è un elemento fondamentale di una fotocamera, in quanto controlla il tempo di esposizione della luce sul sensore. Esistono due tipologie principali di otturatori:

1. Otturatore meccanico

L'otturatore meccanico è costituito da un sistema di lamelle o tendine che si aprono e si chiudono per consentire l'ingresso della luce sul sensore. Questo tipo di otturatore è comunemente utilizzato sulle fotocamere reflex e su alcune mirrorless. Il suo funzionamento genera un caratteristico "clic" al momento dello scatto.

2. Otturatore elettronico

L'otturatore elettronico, invece, non utilizza parti meccaniche in movimento. Esso sfrutta direttamente il sensore fotografico, che viene esposto alla luce per il tempo necessario allo scatto. Questo sistema, tipico delle fotocamere mirrorless, consente una minore rumorosità e

vibrazioni durante lo scatto, oltre a permettere tempi di esposizione estremamente rapidi.

La scelta dell'otturatore è un fattore importante, in quanto influenza la qualità di ripresa, la silenziosità dello scatto e la possibilità di catturare soggetti in movimento.

1.6 Obiettivi fotografici

L'obiettivo è un componente fondamentale di una fotocamera, in quanto consente di proiettare l'immagine sul sensore. Gli obiettivi si differenziano principalmente in base a due caratteristiche:

1. Lunghezza focale

La lunghezza focale, misurata in millimetri (mm), indica la distanza tra il centro ottico dell'obiettivo e il sensore. Essa determina l'angolo di campo inquadrato e la dimensione apparente del soggetto nell'immagine finale.

• Obiettivi grandangolari (12-35 mm): offrono un ampio angolo di campo, adatti per paesaggi, architettura e riprese in ambienti ristretti.

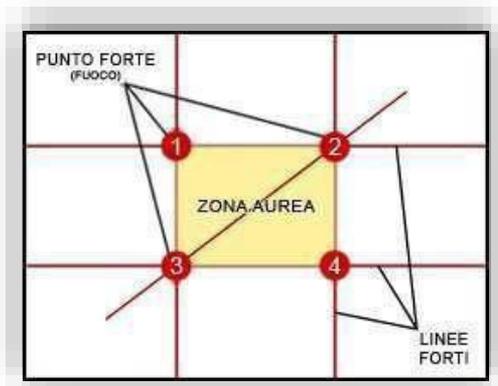


• Obiettivi standard (35-70 mm): hanno una lunghezza focale simile alla visione umana, fornendo una resa naturale dell'immagine.

• Obiettivi teleobiettivi (70-300 mm): permettono di inquadrare soggetti distanti, come animali o sport, con un maggiore ingrandimento.

• Obiettivi zoom: hanno una lunghezza focale variabile, consentendo di

passare da grandangolare a teleobiettivo senza dover cambiare l'obiettivo.



2. Rapporto focale (o apertura)

Il rapporto focale, indicato con la sigla f/n , descrive il rapporto tra la lunghezza focale e il diametro effettivo del diaframma. Questo parametro determina la quantità di luce che entra nell'obiettivo, influenzando l'esposizione e la profondità di campo.

- Obiettivi "luminosi" ($f/1.4$ - $f/2.8$): consentono di ottenere una maggiore sfocatura dello sfondo (*bokeh*) e di lavorare in condizioni di scarsa illuminazione.
- Obiettivi "meno luminosi" ($f/4$ - $f/5.6$): offrono una maggiore profondità di campo, mantenendo a fuoco un'area più ampia dell'immagine.

La scelta dell'obiettivo più adatto dipende dalle esigenze di scatto e dalle condizioni di ripresa. Conoscere le caratteristiche degli obiettivi è fondamentale per ottenere risultati fotografici di qualità.

1.7 Elementi di composizione fotografica

La composizione è la capacità di organizzare gli elementi all'interno dell'inquadratura, per creare immagini significative e correttamente eseguite. Ecco alcuni principi chiave da tenere a mente:

1. Regola dei terzi

La regola dei terzi è uno dei principi compositivi più noti e utilizzati. Essa suggerisce di suddividere l'inquadratura in tre parti uguali, orizzontalmente e verticalmente, e di posizionare i soggetti principali lungo le linee di intersezione o all'interno delle aree delimitate. Questo schema crea una composizione più equilibrata e dinamica.

2. Linee guida

Le linee, siano esse orizzontali, verticali o diagonali, guidano l'occhio dell'osservatore attraverso l'immagine, creando un senso di movimento e di profondità. Utilizzare sapientemente le linee presenti nell'ambiente, come strade, edifici o corsi d'acqua, può enfatizzare il soggetto principale e conferire maggiore forza rappresentativa alla composizione.

3. Inquadratura e punto di vista

La scelta dell'inquadratura e del punto di vista da cui si fotografa un soggetto può avere un impatto significativo sull'immagine finale. Sperimentare prospettive insolite, come fotografare dal basso o dall'alto, può aggiungere dinamismo e originalità alla composizione.

4. Spazio negativo

Lo spazio negativo, ovvero lo spazio vuoto attorno al soggetto principale, può essere utilizzato per enfatizzare il soggetto stesso e creare un senso di equilibrio nell'immagine. Un buon uso dello spazio negativo, nell'ambito della fotografia forense, serve a conferire importanza al soggetto dello scatto, ponendolo al centro della composizione e dell'attenzione di chi guarda e analizza lo scatto.

5. Simmetria e asimmetria

La simmetria crea un effetto di equilibrio e staticità nell'immagine, mentre l'asimmetria aggiunge dinamismo e tensione visiva. Entrambi gli approcci possono essere utilizzati in modo efficace, a seconda dell'effetto che si desidera ottenere.

6. Colore e luce

Il colore e la luce sono elementi fondamentali per creare immagini efficaci. L'utilizzo consapevole del colore e della direzione della luce può enfatizzare il soggetto dello scatto, aspetto spesso fondamentale nella fotografia in ambito forense.

Padroneggiare i principi compositivi richiede pratica e sperimentazione. Imparare a osservare attentamente l'inquadratura e a posizionare i soggetti in modo corretto, aiuta a creare fotografie pienamente utilizzabili per le necessità investigative e forensi.

1.8 Esposizione fotografica

L'esposizione è il processo attraverso il quale la fotocamera determina la quantità di luce che raggiunge il sensore. Una corretta esposizione è fondamentale per ottenere immagini nitide e con il giusto bilanciamento tra luci e ombre. I tre principali elementi che regolano l'esposizione sono:

1. Tempo di scatto (o velocità dell'otturatore)

Il tempo di scatto, misurato in frazioni di secondo, determina il tempo durante il quale il sensore viene esposto alla luce. Un tempo di scatto rapido (es. 1/1000 s) permette di "congelare" il movimento di un soggetto, mentre un tempo più lento (es. 1/30 s) può creare effetti di sfocatura dinamica.

2. Apertura del diaframma

L'apertura del diaframma, indicata con il rapporto focale f/n , controlla la quantità di luce che entra nell'obiettivo. Un'apertura ampia (es. $f/2.8$) produce una minore profondità di campo, mentre un'apertura più stretta (es. $f/11$) consente di avere una maggiore area a fuoco.

3. Sensibilità ISO

La sensibilità ISO indica la sensibilità del sensore alla luce. Un valore ISO basso (es. ISO 100) è indicato per condizioni di luce abbondante, mentre un valore ISO elevato (es. ISO 3200) permette di fotografare in condizioni di scarsa illuminazione, a scapito di una maggiore "rumorosità" dell'immagine.

Questi tre elementi, noti come "triangolo dell'esposizione", devono essere bilanciati in modo da ottenere un'esposizione corretta. Sperimentare con le diverse combinazioni di tempo di scatto, apertura del diaframma e sensibilità ISO consente di padroneggiare l'esposizione e di creare effetti visivi particolari.

Oltre ai parametri manuali, molte fotocamere dispongono di modalità automatiche e semi-automatiche che semplificano la gestione dell'esposizione, rendendola più accessibile anche ai principianti.

1.9 Messa a fuoco

La messa a fuoco è un aspetto cruciale nella fotografia, in quanto determina quali elementi dell'immagine appariranno nitidi e definiti. Esistono diverse tecniche di messa a fuoco:

1. Messa a fuoco automatica (AF)

La messa a fuoco automatica utilizza sensori e algoritmi per individuare il soggetto principale e mantenerlo a fuoco durante lo scatto. La maggior parte delle fotocamere moderne dispone di sistemi AF avanzati, in grado di seguire anche soggetti in movimento.

2. Messa a fuoco manuale (MF)

La messa a fuoco manuale consente di regolare manualmente la distanza di messa a fuoco, ruotando l'anello dedicato sull'obiettivo. Questa tecnica offre un maggiore controllo e precisione, risultando particolarmente utile in situazioni specifiche, come la fotografia ravvicinata o i ritratti.

3. Messa a fuoco selettiva

La messa a fuoco selettiva permette di scegliere l'area dell'inquadratura su cui si desidera focalizzare l'attenzione. Questo può essere fatto utilizzando i punti AF della fotocamera o spostando manualmente l'area di messa a fuoco.

4. Profondità di campo

La profondità di campo indica l'area dell'immagine che appare a fuoco. Essa dipende principalmente dall'apertura del diaframma: un'apertura ampia (es. f/2.8) produce una minore profondità di campo, mentre un'apertura più stretta (es. f/11) consente di avere una maggiore area a fuoco.

Padroneggiare le tecniche di messa a fuoco è fondamentale per ottenere immagini nitide e per enfatizzare correttamente il soggetto principale.

1.10 Bilanciamento del bianco

Il bilanciamento del bianco è un parametro cruciale per garantire una corretta resa dei colori nell'immagine finale. Esso consiste nell'adattare la fotocamera alla temperatura di colore della luce presente durante la ripresa, in modo da ottenere una rappresentazione fedele dei bianchi.



Le fotocamere moderne offrono diverse opzioni di bilanciamento del bianco:

- Automatico (AWB): la fotocamera regola autonomamente il bilanciamento del bianco in base alla scena.
- Preimpostato (Daylight, Ombra, Nuvolo, ecc.): sono *preset* che corrispondono a diverse condizioni di illuminazione.
- Personalizzato: permette di impostare manualmente il bilanciamento del bianco sulla base di una lettura della scena.
- Temperatura di colore: consente di regolare manualmente la temperatura di colore, espressa in Kelvin (K).

Il bilanciamento del bianco corretto è fondamentale per evitare colorazioni anomale nelle immagini, come tonalità troppo fredde o troppo calde. Sperimentare con le diverse opzioni di bilanciamento del bianco aiuta a comprendere la loro influenza sulla resa cromatica delle fotografie.

1.11 Editing e post-produzione fotografica

Una volta scattate le fotografie, la fase di editing e post-produzione può essere utilizzata per migliorarne la qualità contenuti. Alcune delle principali tecniche di editing fotografico includono:

1. Regolazione dell'esposizione

Regolare l'esposizione dell'immagine, attraverso il controllo dei livelli di luce e di ombra, consente di ottenere un miglior bilanciamento tra le aree chiare e scure.

2. Correzione del bilanciamento del bianco

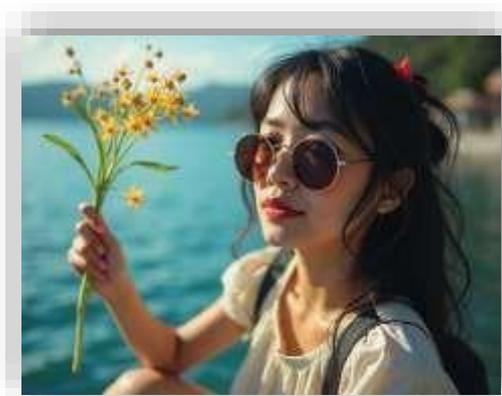
Affinare il bilanciamento del bianco, anche dopo lo scatto, permette di ottenere una resa cromatica più accurata e naturale.

3. Ritocco e rimozione di imperfezioni

Strumenti di ritocco, come la rimozione di macchie o di elementi indesiderati, consentono di perfezionare l'immagine e di enfatizzare il soggetto principale.

4. Regolazione dei colori e del contrasto

Lavorare sui livelli di saturazione, di tonalità e di contrasto aiuta a creare immagini più vivaci e dal maggiore impatto visivo.



5. Applicazione di filtri e effetti speciali

L'utilizzo di filtri e di effetti creativi, come sfocature, vignettature o elaborazioni in bianco e nero, permette di enfatizzare alcuni aspetti degli scatti ai quali si vuole conferire importanza.

6. Ritaglio e raddrizzamento

Il ritaglio dell'immagine e il raddrizzamento dell'orizzonte possono migliorare notevolmente la composizione finale.

Gli strumenti di editing fotografico, come Adobe Lightroom, Adobe Photoshop o software open source come GIMP, offrono una vasta gamma di funzionalità per perfezionare le proprie fotografie. Acquisire dimestichezza con questi programmi consente di aggiungere elementi significativi ai propri scatti, quali ad esempio fiamme, segni di danneggiamento termico, o altri "oggetti" che servono a facilitare la "lettura" e la comprensione, ad esempio da parte dell'autorità giudiziaria, della dinamica degli eventi che si intende ricostruire e rappresentare. Si ricorda che le immagini modificate, copia delle originali, vengono solitamente inserite nelle relazioni tecniche o nelle note informative, mentre nel fascicolo fotografico allegato ai verbali e agli atti di P.G. devono sempre inserirsi immagini non modificate. I files originali degli scatti eseguiti nel corso delle attività di P.G. vanno sempre salvati negli appositi supporti di archiviazione, in quanto devono restare integralmente a disposizione dell'autorità giudiziaria per le eventuali necessità del procedimento penale.

1.12 Fotografia digitale vs fotografia analogica

Sebbene la fotografia digitale sia diventata predominante anche in ambito forense, la fotografia analogica continua ad essere apprezzata da molti fotografi in altri ambiti di applicazione. Ecco alcune differenze chiave tra i due approcci:

Fotografia digitale:

- Istantaneità dello scatto e possibilità di verifica immediata.
- Flessibilità nell'editing e nella post-produzione delle immagini.

- Costi relativamente bassi per la realizzazione degli scatti.
- Possibilità di archiviazione e condivisione digitale semplificata.

Fotografia analogica:

- Processo di scatto più lento e meditativo.
- Limitazione del numero di scatti disponibili per rullo.
- Risultati più imprevedibili e "casuali".
- Caratteristiche estetiche uniche della pellicola fotografica.
- Maggiore valore materiale e tangibilità delle stampe.

Entrambe le modalità offrono vantaggi e caratteristiche distintive. Molti fotografi scelgono di combinare l'approccio digitale e quello analogico, traendo il meglio da entrambi i mondi. In ambito forense i vantaggi pratici superano di gran lunga le criticità.

1.13 Suggerimenti e consigli pratici

Per concludere, ecco alcuni suggerimenti e consigli pratici per migliorare le proprie abilità fotografiche:

1. Sperimenta e impara dalle tue esperienze

La fotografia richiede pratica e sperimentazione continua. Scatta più foto possibili, sperimenta con diverse impostazioni e tecniche, e analizza i risultati per comprendere quali aspetti occorre migliorare.

2. Studia i principi della composizione

Dedica del tempo a comprendere i principi fondamentali della composizione fotografica, come la regola dei terzi, le linee guida e l'uso dello spazio negativo. Applicare questi concetti ti aiuterà a creare immagini pienamente utilizzabili in ambito investigativo e forense.

3. Impara a gestire l'esposizione

Padroneggiare il triangolo dell'esposizione (tempo di scatto, apertura del diaframma e sensibilità ISO) ti consentirà di ottenere l'esposizione

corretta in diverse condizioni di luce, aspetto particolarmente importante in quanto gran parte delle attività di indagine e di rilievo fotografico avviene all'interno di ambienti con poca o del tutto assente illuminazione.

4. Esplora la messa a fuoco

Sperimenta le diverse tecniche di messa a fuoco, come quella automatica e manuale, per imparare a controllare la profondità di campo e a enfatizzare il soggetto principale.

5. Sviluppa il tuo stile personale

Cerca di trovare e coltivare il tuo stile fotografico personale, attraverso l'esplorazione di soggetti, inquadrature e tecniche che ti appassionano. Questo ti aiuterà a creare immagini coerenti e riconoscibili.



6. Studia e confrontati con altri fotografi impegnati in attività forense

Osserva il lavoro di fotografi forensi già esperti, sia a livello tecnico che a livello compositivo. Analizza cosa rende le loro immagini così efficaci e come potresti applicare gli stessi principi alle tue fotografie.

La fotografia, anche quella forense, è una pratica in continua evoluzione. Mantenere una mentalità aperta all'apprendimento e alla sperimentazione ti aiuterà a diventare un fotografo sempre più abile.

2. IL RILIEVO FOTOGRAFICO NELLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE

2.1 Concetti generali

La documentazione fotografica riveste un ruolo fondamentale nelle attività di indagine condotte dal personale investigativo dei vigili del fuoco.

Attraverso questa attività è possibile "congelare" e "cristallizzare" lo scenario dell'evento, registrando in modo dettagliato tutti gli elementi di rilievo ai fini dell'accertamento delle cause e della dinamica dell'incendio/esplosione. Le fotografie acquisite dalla squadra investigativa rappresentano fonti di prova di primaria importanza per la ricostruzione degli eventi e il successivo accertamento delle cause. Un rilievo fotografico ben eseguito e strutturato può infatti fornire preziose informazioni e dettagli che, altrimenti, andrebbero irrimediabilmente persi.



È essenziale che l'investigatore dei vigili del fuoco padroneggi le tecniche e le procedure corrette per effettuare un rilievo fotografico efficace ed utilizzabile in sede giudiziaria. Vediamo quindi nel dettaglio gli aspetti fondamentali da tenere in considerazione.

Il compito principale dell'operatore, durante l'attività di documentazione/repertazione, è quello di acquisire quanti più dettagli possibili della scena dell'evento, in modo da poter ricostruire i fatti accaduti ed utilizzare ai fini forensi, successivamente, tutte le informazioni acquisite; è da evidenziare che si tratta, quasi sempre, di atti "irripetibili" eseguiti su scenari il cui stato dei luoghi è sovente destinato a subire profonde alterazioni, o per effetto della stessa attività di sopralluogo (che prevede il passaggio degli operatori, la necessità spesso di spostare oggetti, ecc.) o

perché passibili di essere dissequestrati dopo l'esecuzione delle attività di indagine, quindi da documentare in maniera particolarmente precisa e minuziosa. Gli atti irripetibili sono particolarmente importanti ai fini forensi in quanto, in caso di rinvio a giudizio di eventuali indagati, vengono acquisiti direttamente nel fascicolo del dibattimento, oltre che in quello del pubblico ministero.

Tutta la documentazione video-fotografica raccolta dagli investigatori dovrà quindi essere inserita nel fascicolo fotografico che includerà anche i rilievi geometrici e dimensionali dell'area coinvolta nell'evento (cartine, piante, schizzi planimetrici, ecc.), e che verrà allegata al verbale di accertamenti urgenti (ad esempio nel caso delle attività di indagine d'iniziativa) o al verbale delle operazioni compiute (in caso di attività di indagine delegata) o alla relazione tecnica finale.

2.2 Preparazione del rilievo fotografico

La scelta dell'attrezzatura è propedeutica per la preparazione del rilievo da effettuare. L'investigatore deve disporre di una fotocamera digitale reflex o, in alternativa, di una fotocamera compatta avanzata che garantisca una buona qualità d'immagine e la possibilità di regolare manualmente i parametri di scatto. È inoltre importante avere a disposizione un treppiede, in modo da poter effettuare riprese stabili e di elevata risoluzione, soprattutto per i dettagli di piccole dimensioni.

Prima di iniziare le riprese, l'investigatore deve eseguire un sopralluogo generale della scena per acquisire una visione d'insieme dello scenario. È importante prendere nota di tutti gli elementi rilevanti, come la disposizione degli oggetti, le eventuali modifiche apportate durante le operazioni di soccorso, la presenza di particolari indizi o tracce. Questa fase preliminare consente di pianificare al meglio la strategia fotografica, identificando i punti chiave da documentare in modo esaustivo.

2.3 Tecnica di ripresa

L'approccio metodico è fondamentale per ottenere una documentazione fotografica completa e coerente. L'investigatore deve seguire uno schema logico, partendo da inquadrature di ampio respiro che

contestualizzano la scena per poi passare progressivamente a dettagli sempre più ravvicinati.

Si inizia con una serie di fotografie "panoramiche" che restituiscano una visione d'insieme dell'area interessata dall'incendio e/o dall'esplosione. Queste riprese consentono di inquadrare l'intero scenario, rilevando la disposizione degli elementi principali come la posizione dei mobili, gli accessi, le vie di fuga, la proiezione a distanza degli oggetti. È importante che l'esecuzione degli scatti osservi sempre una sequenza logica, ad esempio procedendo da sinistra verso destra o dall'esterno verso l'interno, dal basso verso l'alto e dal "generale" al "particolare".

Successivamente, si passa a documentare i singoli ambienti con una serie di scatti che ne illustrino le caratteristiche salienti. In questa fase, è opportuno utilizzare diverse angolazioni e distanze focali per cogliere vari punti di vista. Particolare attenzione va riservata agli angoli, agli spigoli e alle zone meno accessibili, che potrebbero nascondere importanti elementi di prova.

Il passo successivo consiste nell'individuare e fotografare in maniera dettagliata i reperti, i danneggiamenti, le tracce di particolare interesse per l'indagine. Questi dettagli vanno ripresi sia nella loro posizione originale all'interno della scena, sia isolati su uno sfondo neutro per consentirne un'analisi più approfondita. Per garantire il corretto inquadramento, è essenziale utilizzare i segnalini numerici e le lettere per identificare inequivocabilmente ogni elemento.

Un aspetto fondamentale da tenere a mente è la necessità di mantenere sempre inalterata la sequenza logica degli scatti e la "coerenza" tra le diverse inquadrature. Ogni scatto deve essere collegato al precedente e al successivo, in modo da ricostruire agevolmente la dinamica dell'evento. Quando non è possibile garantire una continuità visiva, l'investigatore deve annotare le eventuali interruzioni.

2.4 Metodi di illuminazione

L'illuminazione è un fattore importante, e serve per ottenere fotografie di qualità e in grado di restituire dettagli significativi. In molti casi, la scena

dell'incendio/esplosione presenta condizioni di luce sfavorevoli, con zone in ombra o aree particolarmente buie. L'investigatore deve quindi disporre di un adeguato sistema di illuminazione ausiliaria.

Le fonti luminose più adatte per i rilievi fotografici sono i *flash* da studio o, in alternativa, i *flash* anulari da fissare direttamente sull'obiettivo della fotocamera. Questi sistemi permettono di ottenere un'illuminazione diffusa e uniforme, evitando fastidiosi riflessi o zone troppo contrastate. È inoltre importante avere a disposizione fonti di luce portatili e alimentate a batteria, in modo da poter operare anche in assenza di energia elettrica.

Nell'impiego dei sistemi di illuminazione, l'investigatore deve prestare attenzione a non alterare o contaminare la scena. I cavi di alimentazione e i supporti dei *flash* devono essere posizionati in modo da non interferire con gli elementi presenti nell'area interessata. Inoltre, la luminosità deve essere regolata attentamente

per non sottoesporre o sovraesporre alcune zone, compromettendo la qualità delle immagini.



2.5 Documentazione dei dettagli dimensionali

Per consentire una corretta interpretazione delle fotografie e il successivo utilizzo delle immagini in sede giudiziaria, è fondamentale documentare le dimensioni reali degli elementi ripresi. A tal fine, l'investigatore deve posizionare accanto ai soggetti da fotografare appositi riferimenti metrici, come squadrette o righelli.

Questi strumenti di misurazione devono essere chiaramente visibili nell'inquadratura e devono essere orientati parallelamente alla superficie su cui poggiano. Grazie a questi riferimenti dimensionali, sarà possibile desumere informazioni precise sulle reali misure degli oggetti, delle tracce o dei danneggiamenti rilevati.

È importante sottolineare che i riferimenti metrici non devono occultare o coprire parti importanti dell'elemento fotografato.

2.6 Casi particolari: fotografia sferica e panoramiche

Oltre alle tecniche di ripresa standard, l'investigatore può avvalersi di metodi fotografici specialistici per documentare in modo ancora più esaustivo la scena dell'incendio. Uno di questi è la fotografia sferica, che consente di ottenere immagini a 360 gradi in orizzontale e in verticale.

Questa tecnica permette di creare una rappresentazione immersiva dell'intera area, restituendo una visione completa e realistica dello scenario. Le fotografie sferiche sono particolarmente utili per documentare ambienti complessi o di grandi dimensioni, in cui sia difficile cogliere tutti i dettagli con le normali inquadrature.



Un altro strumento a disposizione dell'investigatore sono le panoramiche fotografiche. Queste sequenze di immagini, giustapposte e assemblate digitalmente, garantiscono una visione ampia e continua dello scenario, senza interruzioni. Le panoramiche sono ideali per immortalare ambienti di grandi dimensioni o contesti particolarmente articolati, come l'esterno di un edificio o un'area esterna interessata dall'incendio.

Sia la fotografia sferica che le panoramiche richiedono l'utilizzo di attrezzature e tecniche specialistiche. L'investigatore deve pertanto formarsi adeguatamente per padroneggiare questi metodi e ottenere risultati di qualità elevata, in grado di resistere al vaglio giudiziario.

2.7 Fascicolo fotografico e conservazione delle immagini

Tutte le fotografie acquisite durante il sopralluogo devono essere organizzate in un fascicolo fotografico, che rappresenta uno strumento essenziale per l'attività di indagine e il successivo procedimento giudiziario.

Il fascicolo deve contenere una relazione descrittiva che illustri in dettaglio le modalità di esecuzione del rilievo fotografico, l'elenco completo degli scatti effettuati e ogni altro elemento rilevante. Inoltre, le singole immagini devono essere numerate progressivamente e corredate di una didascalia che ne descriva il contenuto.

È fondamentale che tutte le fotografie siano conservate nella loro versione originale, senza alcuna manipolazione o ritocco digitale. Eventuali elaborazioni o modifiche successive dovranno essere eseguite su copie, mantenendo inalterati gli originali. Questo principio di integrità delle immagini è essenziale affinché le fotografie possano essere utilizzate come prove giudiziarie.

L'archiviazione delle immagini deve avvenire in modo sicuro e organizzato, con adeguate misure di protezione per evitare smarrimenti, alterazioni o accessi non autorizzati. È opportuno creare *backup* su supporti digitali affidabili e conservarli in luoghi distinti dalla documentazione cartacea.

2.8 Considerazioni generali

Il rilievo fotografico rappresenta uno strumento imprescindibile per le indagini sugli incendi e/o le esplosioni, in quanto permette di "congelare" nel tempo i dettagli e le informazioni essenziali per la ricostruzione degli eventi. Per ottenere risultati di qualità elevata e pienamente utilizzabili in sede giudiziaria, l'investigatore dei vigili del fuoco deve padroneggiare le tecniche di ripresa, di illuminazione e di organizzazione della documentazione fotografica.

Una pianificazione accurata, l'impiego di attrezzature adeguate e il rispetto di rigorosi protocolli operativi sono tutti fattori chiave per garantire l'efficacia del lavoro investigativo. Solo attraverso un approccio metodico e

professionale è possibile raccogliere prove fotografiche inconfutabili, in grado di supportare efficacemente l'attività dei magistrati e contribuire all'accertamento delle responsabilità.

Nei prossimi capitoli entriamo nel dettaglio delle operazioni che bisogna eseguire affinché vengano realizzati rilievi tecnici efficaci e con piena validità forense.

3. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL RILIEVO FOTOGRAFICO

Abbiamo visto come il rilievo fotografico sia una delle attività fondamentali tra quelle che vengono svolte durante il sopralluogo giudiziario, eseguito nell'ambito delle indagini sugli incendi/esplosioni. Questa attività è finalizzata alla "cristallizzazione" dello stato dei luoghi e alla foto-repertazione degli elementi di prova, permettendo di ottenere una documentazione fotografica ad altissima risoluzione e dettaglio, facilitando le successive fasi di indagine e ricostruzione dell'evento.

Entriamo ora nello specifico delle operazioni da eseguire per realizzare un rilievo accurato e rilevante ai fini forensi.

Iniziamo, quindi, ad elencare l'attrezzatura necessaria per l'esecuzione del rilievo:

- fotocamera digitale reflex con ottica intercambiabile;
- ottica per effettuare foto grandangolari (tra 12 e 35 mm);
- ottica per effettuare foto standard (18-55 mm oppure 24-120 mm per avere un'escursione focale più ampia);
- ottica per riprese in distanza (70-300 mm);
- *flash* dedicato o a torcia o comunque di notevole potenza;
- *flash* anulare per fotografie macro e/o ravvicinate;
- serie di batterie di ricambio;
- borsa o valigia per il contenimento di tutto il materiale;
- blocco per appunti con pennarello fine (in modo da riuscire a scrivere in tutte le posizioni), oppure tablet.

Sono inoltre consigliati:

- cavalletto o monopiede;
- batteria ausiliaria per il *flash*;
- fotocamera digitale reflex di scorta.

È necessario disporre di serie di numeri e lettere che servono per identificare i riferimenti geometrico/spaziali (le lettere per stanze, settori,

vani, ecc.) ed i reperti (i numeri per la progressione dei campioni raccolti), oltre alle squadrette metriche per le dimensioni dei particolari.

Qualora un reperto debba essere spostato dalla sua originaria posizione per le necessità connesse alle primarie esigenze del soccorso tecnico urgente, oppure nel caso in cui se ne stia effettuando il prelievo, si dovrà procedere alla foto-documentazione (con una serie di scatti che vanno sempre dal generale al particolare), utilizzando le lettere ed i numeri identificativi.

È opportuno che tutta l'operazione di rilievo fotografico sia effettuata da n. 2 unità, delle quali una impegnata a fare le foto e l'altra ad annotare, con la massima precisione e completezza possibile, tutti i dettagli relativi allo scatto effettuato.

Nell'annotazione relativa alla foto dovranno essere riportati, almeno, i seguenti dati (la data e l'ora relative allo scatto saranno recuperate dai *metadati* del file):

- particolare cui si riferisce la foto;
- posizione del particolare;
- altre notizie ritenute utili.

Considerando che lo scenario del sopralluogo non potrà a lungo rimanere intatto (perché prima o poi verrà dissequestrato, ma anche per la possibile interazione di curiosi, accessi non autorizzati, transito di automezzi e di persone, eventi meteo e/o altro) è sempre indispensabile "congelarne l'immagine nel tempo".

Pertanto, oltre a fissare elementi ritenuti da subito importanti, attraverso il rilievo fotografico si ottiene il vantaggio di "registrare" le informazioni la cui importanza è stata inizialmente sottovalutata o addirittura non riconosciuta.

Nello specifico, un rilievo fotografico dello scenario è indispensabile per documentare l'esatto stato di:

- luoghi;

- strutture e loro contenuti;
- elementi repertati.

Giunti sul luogo dell'evento è necessario iniziare a fotografare l'esterno del sito in modalità "panoramica", usando l'obiettivo zoom posto in posizione "grandangolare".

Tali riprese devono essere effettuate da più posizioni inserendo, quando possibile, targhe, numeri civici o altri elementi significativi.



Targa con il numero civico.



Cartello sul quale sono annotate indicazioni che possono rivelare informazioni utili alle indagini.

Inoltre, è necessario fotografare nel dettaglio, utilizzando l'obiettivo zoom in funzione "tele", tutto ciò che riguarda gli effetti visibili dell'evento: tracce di fumo e/o calore sulle pareti, lesioni, distacchi di parti e quant'altro possa essersi prodotto a seguito dell'evento.

Quando questi particolari si trovano a distanze elevate, è bene sostituire l'obiettivo con un altro di lunghezza focale maggiore (tele-obiettivo fino a 300 mm o superiore).



In modalità grandangolare si scatta una foto panoramica che mostra in maniera esplicita ed esauriente il sito, il contesto e l'ambiente oggetto dell'attività investigativa.



In modalità tele si fotografa il particolare, ossia il punto specifico del sito (in questo caso la struttura di un palazzo) dove è avvenuto l'incendio e dove si concentreranno le attività investigative.

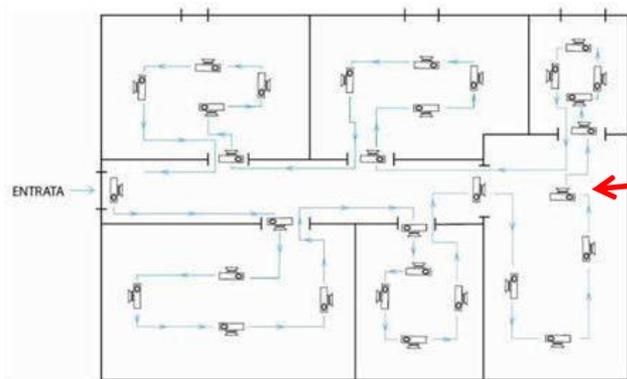


La foto, scattata in modalità grandangolare, mostra l'interno di un grosso capannone, e consente di localizzare e apprezzare, con un unico sguardo d'insieme, sia l'area di origine dell'incendio che i diversi livelli di distruzione e/o i segni di deposito dei fumi nelle varie zone del capannone.

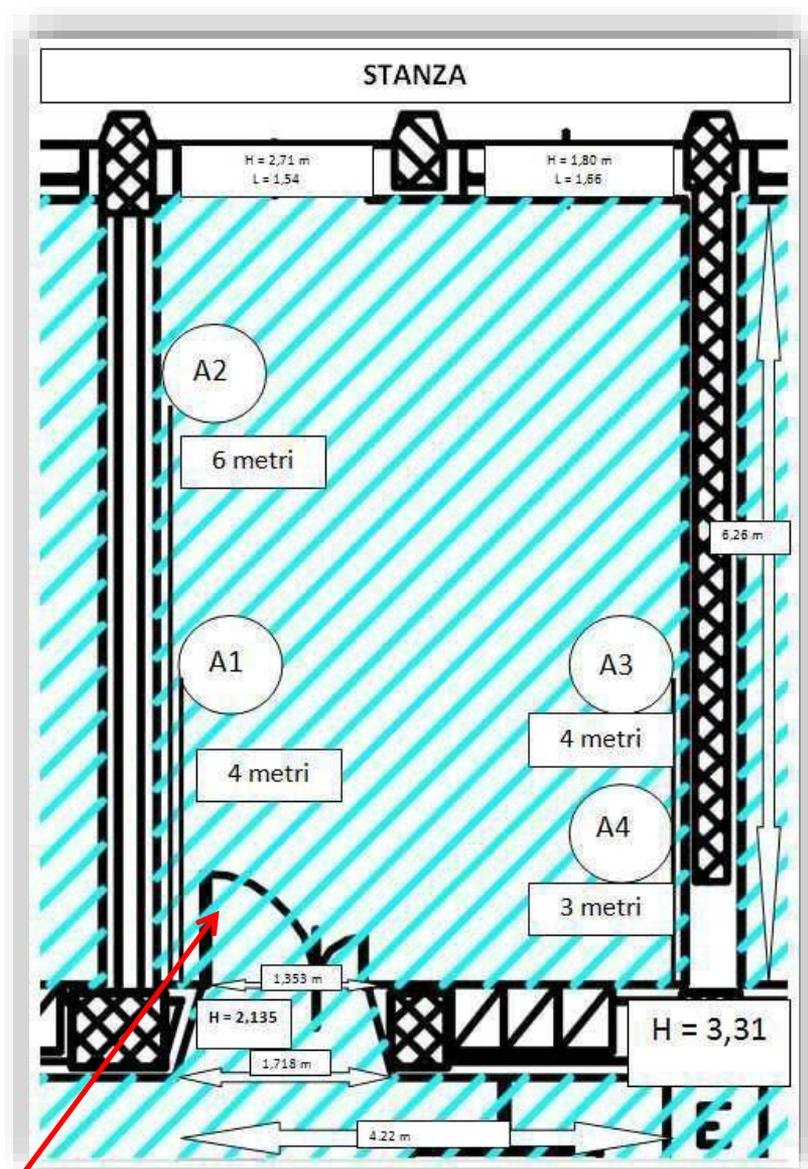
Quando si effettua la ripresa di un ambiente interno, bisogna iniziare la sequenza fotografica inquadrando per primo l'accesso dall'esterno. Successivamente si passa all'interno, fotografando l'ambiente in maniera sequenziale, utilizzando lo zoom posto in posizione "grandangolo" e mettendosi con le spalle all'ingresso. Nell'esecuzione degli scatti mantenere sempre inalterata la sequenza logica (dal generale al particolare, da destra verso sinistra, dall'alto verso il basso).



La foto a sinistra mostra l'ambiente A, fotografato dall'esterno (corridoio denominato B). La foto a destra mostra l'interno dell'ambiente A, ripreso da uno dei quattro angoli della stanza.



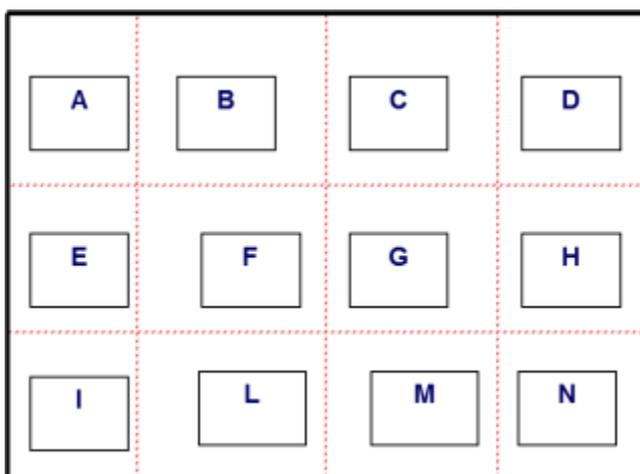
Una sequenza logica degli scatti fotografici, potrebbe essere quella rappresentata nella figura accanto: partendo dall'ingresso, nel caso di un appartamento, si iniziano a scattare foto dal generale al particolare, da destra verso sinistra, dal pavimento al soffitto, come rappresentato in figura.



Schizzo planimetrico della stanza mostrata nella pagina precedente: la freccia rossa indica il punto dal quale è stata scattata la foto.

Negli ambienti con superfici estese o che presentano un'elevata complessità di natura geometrico-spaziale, è preferibile procedere ad ulteriori suddivisioni usando, per la ripartizione, il nastro in plastica bicolore e, come punti di riferimento, particolari architettonici presenti quali: pilastri, luci di porte o di finestre, ecc.

In mancanza di tali punti di riferimento, ad esempio nel caso di capannoni industriali, si può procedere ad una suddivisione geometrica ($1/2$, $1/3$, $1/4$ ecc. dei muri perimetrali) tale da formare una griglia i cui vari compartimenti verranno contrassegnati con le lettere.



È buona norma fotografare i presidi e gli strumenti di prevenzione incendi, quali ad esempio: porte d'emergenza, scale antincendio, estintori, idranti, naspi, cartellonistica, interruttori d'emergenza, saracinesche, nonché eventuali impedimenti al loro utilizzo e/o inadempienze in materia di prevenzione incendi (catene, lucchetti, scatoloni, mancanza di acqua, d.p.i. non regolamentari, etichettature, ecc.).



Nelle immagini sopra vediamo una porta d'emergenza, opportunamente fotografata durante un sopralluogo. La seconda foto mostra l'etichetta dove sono riportate tutte le caratteristiche e le informazioni di questo presidio di prevenzione incendi.

Gli ambienti fotografati vanno opportunamente contraddistinti dai cartellini della segnaletica alfanumerica, così da avere un riscontro immediato nella stesura del verbale di operazioni compiute. Tale segnaletica è di solito composta da cartellini semirigidi aventi dimensioni di circa 15 cm per lato con lettere e numeri neri su sfondo bianco (o viceversa), o su sfondo giallo.



È bene soffermarsi sui particolari rilevanti, modificando la focale dell'obiettivo zoom in modalità "tele" o sostituendo l'obiettivo stesso con un altro di lunghezza focale maggiore (tele-obiettivo fino a 300 mm o superiore).



Sopra vediamo la foto di una plafoniera in plastica parzialmente fusa, che può fornire un'utile indicazione sulle temperature raggiunte ad una determinata quota.

A seguire vediamo un'altra foto con un altro particolare importante: la serratura, ritrovata in terra dopo l'incendio, che non aveva la mandata inserita.

Entrambe le foto sono state scattate in modalità tele.



Nella prima foto, scattata in modalità grandangolo, vediamo una lastra di vetro rammollito per le alte temperature che si sono sviluppate a causa dell'incendio.

Sotto vediamo lo stesso particolare, ma questa volta ravvicinato in quanto lo scatto è stato effettuato in modalità tele, per cogliere ulteriori particolari sulla porzione di vetro rammollito.

Spesso il soggetto da fotografare potrebbe avere una forma non chiaramente definita o riconoscibile, o potrebbe essere un oggetto di uso non comune. In questi casi è consigliabile scattare la foto del soggetto con accanto una squadretta o un'asticella metrica avendo cura, se possibile, di posizionare entrambi su uno stesso piano, per dare un'idea esatta delle dimensioni dell'oggetto stesso.



Per quel che riguarda i particolari più importanti è consigliabile effettuare più scatti, eventualmente anche da angolazioni diverse, in quanto effetti di luce, non apprezzabili dall'occhio umano, potrebbero incidere sul risultato dello scatto.



Nelle fotografie di interni che richiedono l'uso del *flash*, bisogna porre attenzione alla presenza di eventuali vetri, specchi, piastrelle e superfici catarifrangenti, che riflettendo la luce nell'obiettivo mandano in sottoesposizione l'ambiente circostante, avendo come risultato delle foto scure.

L'effetto può verificarsi anche con ambienti scuri e superfici molto chiare in primo piano o in ambienti scuri con deboli luci d'illuminazione. Per risolvere questa eventuale problematica, in ambienti molto scuri è bene usare un *flash* supplementare che, sorretto da un secondo operatore, verrà posto obliquamente, al lato dell'oggetto da fotografare, in maniera da illuminare lo sfondo.



Per i particolari di dimensioni ridotte o per evidenziare alcuni aspetti specifici si usa la funzione "macro", la quale si imposta selezionando sulla ghiera dei programmi della fotocamera reflex la "Ripresa ravvicinata", contraddistinta nella maggior parte delle fotocamere dall'icona a forma di fiore. Può essere utile montare sull'obiettivo il *flash* ad anello, in quanto la fotografia macro necessita di molta luce. Ovviamente si può anche utilizzare uno specifico obiettivo macro.



La prima foto, scattata in modalità macro, vuole evidenziare (come rappresentato dalle frecce bianche) la piegatura e lo strappo subiti dalla porzione di ferro in primo piano.

Il secondo scatto ci mostra invece la forte ossidazione subita dai bulloni con i relativi dadi. Ulteriori dettagli si possono cogliere scattando un'altra foto in modalità macro su ogni singolo bullone, applicando sull'obiettivo il *flash* anulare per fotografie macro e/o ravvicinate.

È molto importante fotografare i segni dell'incendio, in quanto grazie agli stessi si possono ricavare importanti indicazioni sulla dinamica dell'incendio e individuare l'eventuale zona di origine o, comunque, la direzione di provenienza di fiamme e/o calore.



La foto in alto mostra un'evidente "linea di demarcazione", lasciata impressa sul muro per effetto del fumo e del calore che si sono sprigionati durante l'incendio. La foto sopra mostra sempre una linea di demarcazione, lasciata dal calore sulla superficie metallica di una stufetta.



Nella prima foto in alto vediamo il distacco e il crollo di un'ampia porzione di intonaco e pignatte, che indica il punto dove c'è stata maggiore concentrazione di energia termica. Nell'altra foto vediamo invece un'altra "linea di demarcazione" che indica il punto di provenienza di calore e fiamme. Sopra la linea di demarcazione è ben visibile un *clean burn*, ossia un segno di "combustione pulita".

È bene soffermarsi sempre su questi particolari effettuando diversi scatti (anche cambiando angolazione), in quanto dalla "lettura" di questi segni si potranno formulare ipotesi sulla causa e dinamica dell'incendio. Tali foto, inoltre, finiranno certamente nel fascicolo fotografico che accompagnerà la relazione tecnica.

4. RILIEVI VIDEO NELL'AMBITO DELLE INDAGINI SU INCENDI ED ESPLOSIONI

4.1 Introduzione

L'attività di repertazione video, unitamente a quella fotografica, è una componente fondamentale delle indagini sulle cause degli incendi/esplosioni. La capacità di documentare in maniera precisa e dettagliata la scena dell'evento è essenziale per ricostruire la dinamica dell'incendio/esplosione e individuarne le possibili origini.

Il rilievo video ha assunto nel tempo un'importanza crescente, affiancandosi e integrando il tradizionale lavoro di documentazione fotografica. Le immagini in movimento, infatti, permettono di cogliere aspetti che le singole fotografie non possono restituire, come la sequenza degli eventi, i comportamenti delle persone sul luogo, i movimenti dei soccorritori e l'evoluzione della situazione nel tempo.

In questo capitolo approfondiremo le linee guida e le tecniche da adottare per effettuare un corretto rilievo video nell'ambito delle indagini sugli incendi e le esplosioni. Partiremo dall'arrivo sulla scena dell'evento, passando attraverso le fasi di ripresa e narrazione, fino ad arrivare alla corretta gestione e conservazione del materiale video acquisito.

4.2 Arrivo sulla scena dell'evento

Quando gli investigatori dei vigili del fuoco giungono sul luogo dell'incendio/esplosione, il loro primo compito è quello di cogliere il maggior numero possibile di dettagli e informazioni utili per le successive indagini.

In questa fase iniziale è fondamentale:

1. Eseguire un sopralluogo generale dell'intera area coinvolta dall'evento, per avere una visione d'insieme dello scenario.

2. Relazionarsi con il Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS) per raccogliere informazioni dettagliate sull'intervento, sulla situazione all'arrivo sul posto e sulle azioni intraprese dai vigili del fuoco.
3. Annotare tutti i materiali che sono stati movimentati o alterati dal personale del Corpo nazionale dei vigili del fuoco durante le operazioni di soccorso, come ad esempio la rottura di vetri o l'apertura forzata di porte e finestre. Questi elementi potranno rivelarsi utili nella ricostruzione delle dinamiche dell'incendio/esplosione.
4. Ove possibile e compatibilmente con le esigenze di soccorso, effettuare una prima documentazione video-fotografica dei luoghi, per registrare lo stato antecedente a eventuali modificazioni o alterazioni causate dall'intervento.
5. Delimitare le aree che saranno oggetto di repertazione e interdirne l'accesso ai non addetti, in modo da preservare l'integrità della scena.

4.3 Aspetti tecnici della ripresa video

Per realizzare un buon rilievo video, l'investigatore dei vigili del fuoco deve disporre di un'adeguata attrezzatura, comprendente:

- Una telecamera di qualità professionale, preferibilmente in formato digitale, che garantisca immagini di elevata risoluzione e qualità.
- Un sistema di illuminazione versatile e di facile utilizzo, possibilmente a LED per evitare problemi di sicurezza e alterazione dello scenario.
- Un sistema audio, come un microfono a cuffia o a clip, per consentire all'operatore di effettuare una narrazione sincrona delle immagini.



La ripresa video deve iniziare con l'indicazione orale della data, dell'ora, del luogo e del motivo per cui si sta effettuando la registrazione, nonché del nominativo dell'operatore.

Durante le riprese, l'investigatore dovrà:

- inquadrare la toponomastica stradale, i numeri civici e le eventuali targhe o scritte presenti, per contestualizzare adeguatamente lo scenario.
- Documentare la disposizione dei mezzi di soccorso e la viabilità circostante, soprattutto quando l'accesso al luogo dell'incendio è stato difficoltoso.
- Individuare un punto di riferimento fisso per l'inizio delle riprese e farne menzione nella narrazione durante gli spostamenti.
- Effettuare panoramiche da destra a sinistra o viceversa, prestando attenzione a mantenere la continuità delle immagini.
- Eseguire riprese di dettaglio in avvicinamento, regolando correttamente fuoco ed esposizione.
- Utilizzare, ove necessario, apposite squadrette metriche per fornire un riferimento dimensionale degli oggetti ripresi.
- Posizionare opportunamente lettere e numeri segnaletici per identificare in modo inequivocabile i punti di riferimento e gli elementi significativi rilevati.

Nella narrazione, l'operatore dovrà limitarsi a descrivere in modo obiettivo ciò che viene ripreso, senza esprimere valutazioni o ipotesi personali. Sarà inoltre importante citare chiaramente le lettere e i numeri utilizzati per la segnalazione degli elementi rilevanti.

Nel caso in cui sia necessario interrompere temporaneamente la ripresa, l'operatore dovrà indicare nell'audio l'orario di sospensione e, al riavvio, l'orario di ripresa.

4.4 Rilievi video in ambienti complessi

Quando ci si trova di fronte ad uno scenario complesso, con più scene da documentare, è necessario seguire un approccio sistematico e organizzato per l'esecuzione del rilievo video, al fine di ottenere una documentazione chiara ed esplicativa di tutti gli elementi rilevanti.

L'investigatore dei vigili del fuoco deve seguire un piano di lavoro ben strutturato, rispettando la logica di un graduale passaggio dal generale al particolare.

Innanzitutto, è importante effettuare delle riprese generali degli esterni, per inquadrare l'ubicazione dello scenario nell'ambito del contesto circostante. Queste riprese possono essere realizzate anche mediante l'utilizzo di autoscale dei vigili del fuoco, al fine di ottenere una visione aerea della scena.

Successivamente, l'operatore deve documentare in modo dettagliato la condizione architettonica del fabbricato, riprendendo tutti gli angoli e gli effetti dell'incendio sulle diverse facciate.

Quando si passa all'interno dell'edificio, la ripresa video deve seguire una logica sequenziale, partendo dalle aree più generali e proseguendo gradualmente verso i particolari.

È importante che l'investigatore annoti tutti gli elementi che sono stati eventualmente movimentati o alterati dai soccorritori durante le operazioni, in modo da poter ricostruire in maniera fedele la situazione antecedente all'intervento.

Inoltre, l'operatore deve posizionare opportunamente i cartellini segnaletici numerici e alfabetici per identificare in modo inequivocabile i punti di riferimento e gli elementi significativi rilevati.

Tutta la documentazione video raccolta deve essere archiviata in maniera organizzata e ordinata, per permetterne il facile reperimento e identificazione.

4.5 Rilievi video in attività di laboratorio nell'ambito degli accertamenti tecnici non ripetibili

Il rilievo video nelle attività di laboratorio nell'ambito degli accertamenti tecnici non ripetibili (art. 360 c.p.p.), ad esempio per la documentazione delle prove di reazione al fuoco o per quella relativa alla ricostruzione di incendi in scala reale, rappresenta uno strumento molto importante per l'attività investigativa dei vigili del fuoco.

Il rilievo video, se condotto in maniera sistematica e organizzata, permette di acquisire una documentazione dettagliata e chiara degli elementi rilevanti, facilitando la successiva analisi e la ricostruzione degli eventi.

Quando ci si trova di fronte a una prova di laboratorio o a una prova di ricostruzione di incendio in scala reale, l'approccio all'attività di ripresa

video deve seguire una logica precisa, volta a garantire la massima efficacia e completezza della documentazione raccolta.



L'operatore deve posizionare opportuni cartellini segnaletici numerici e alfabetici per identificare in modo inequivocabile i punti di riferimento, i reperti e gli

elementi significativi rilevati, facilitando così la successiva analisi e interpretazione delle riprese.

Nel caso di prove sperimentali d'incendio, il ricorso a questo tipo di attività di ripresa video diventa particolarmente rilevante. Tali prove vengono effettuate ogni qualvolta si ha la necessità di testare una possibile ipotesi investigativa, valutando ad esempio la possibilità d'innesco e le modalità di propagazione dell'incendio su materiali combustibili presenti sulla scena dell'evento. In queste circostanze, la prova viene progettata secondo specifiche esigenze, che possono comportare anche una fedele o parziale ricostruzione dello scenario d'incendio.

L'attività di documentazione video assume quindi un ruolo cruciale, poiché permette di registrare in maniera dettagliata l'evoluzione della prova, gli effetti sui materiali coinvolti e i meccanismi di propagazione dell'incendio.

Nell'ambito delle prove sperimentali non codificate, la ripresa video consente di acquisire informazioni preziose per la successiva analisi e interpretazione dei risultati, fornendo agli investigatori un quadro completo degli eventi. Inoltre, la disponibilità di questa documentazione audiovisiva può risultare di fondamentale importanza per la ricostruzione dell'incendio e per il supporto alle attività investigative, permettendo di riesaminare e approfondire gli elementi raccolti in un secondo momento.

È importante sottolineare che l'attività di ripresa video, così come quella fotografica, deve essere svolta nel rispetto di specifici protocolli e procedure.

L'investigatore dei vigili del fuoco deve essere adeguatamente formato e attrezzato per poter effettuare le riprese in maniera corretta e completa. Egli deve disporre di idonei strumenti, come cavalletti, monopiedi e batterie ausiliarie, e deve impostare la videocamera sul miglior sistema di memorizzazione e risoluzione disponibili.

L'archiviazione e la gestione dei dati video rappresenta un ulteriore elemento cruciale nell'attività investigativa. Tutta la documentazione raccolta deve essere organizzata e catalogata in maniera sistematica, per consentirne un facile reperimento e consultazione in caso di necessità future.

A tal fine, è opportuno predisporre una modulistica standard che permetta di annotare le informazioni chiave, come data, ora, luogo e nominativo dell'operatore che ha effettuato le riprese. Questa uniformità di documentazione facilita inoltre il dialogo con l'autorità giudiziaria, che può richiedere tali informazioni nel corso dell'azione penale.

In conclusione, il rilievo video nelle attività di laboratorio per la documentazione delle prove di reazione al fuoco o per la ricostruzione di incendi in scala reale rappresenta uno strumento imprescindibile per l'attività investigativa dei vigili del fuoco. Un approccio sistematico e organizzato alla repertazione video, nel rispetto di specifici protocolli e procedure, consente

di acquisire una documentazione dettagliata e completa, fornendo un prezioso supporto alle successive analisi e alle attività di ricostruzione degli eventi.

4.6 Rilievi foto-video in attività di sopralluogo: esempi pratici

Un esempio di applicazione pratica della repertazione fotografica e video nelle indagini sugli incendi è il caso di un incendio divampato in un'abitazione privata. Giunti sul luogo dell'evento, la squadra investigativa dei vigili del fuoco ha iniziato l'attività di rilievo, documentando innanzitutto l'esterno dell'edificio attraverso una serie di fotografie panoramiche che contestualizzavano la posizione dell'immobile nel contesto urbanistico circostante.

Particolare attenzione è stata posta alla segnaletica e ai dispositivi antincendio presenti, al fine di verificarne lo stato di funzionamento e il corretto posizionamento. Una volta all'interno dell'abitazione, gli investigatori hanno proceduto a un accurato sopralluogo, effettuando scatti fotografici e video in sequenza logica, da destra verso sinistra, dal basso verso l'alto, dal generale al particolare. Sono stati documentati gli ambienti interessati dall'incendio, evidenziando i danni alle strutture, i segni di propagazione delle fiamme e i livelli di fumo e calore. Particolare cura è stata dedicata alla repertazione di alcuni elementi fisici di prova, come residui di materiali combustibili e possibili inneschi. Ciascuna fase del prelievo e del confezionamento dei campioni è stata meticolosamente fotografata, per garantire la tracciabilità della catena di custodia.

Parallelamente ai rilievi fotografici, la squadra ha elaborato una dettagliata planimetria dell'abitazione, riportando la posizione dei focolai individuati, la geometria della combustione e la localizzazione dei dispositivi di sicurezza. Questo elaborato grafico, integrato con la documentazione visiva, ha consentito di ricostruire con precisione la dinamica dell'evento e di individuare le possibili cause.

Tutte le fotografie e i video acquisiti durante le indagini sono stati archiviati in formato digitale, associando a ciascun file le informazioni di contesto necessarie per la loro corretta identificazione e consultazione. Questo materiale, insieme alla relazione tecnica finale e agli altri atti del

fascicolo investigativo, è stato successivamente trasmesso all'autorità giudiziaria competente per il prosieguo delle attività processuali.

In sintesi, il rilievo e la repertazione fotografica e video svolge un ruolo fondamentale nell'ambito delle indagini sugli incendi ed esplosioni condotte dai vigili del fuoco. Attraverso questa attività di documentazione visiva, è possibile preservare e analizzare con precisione lo scenario dell'evento, individuando gli elementi probatori utili per ricostruire la dinamica dell'incendio/esplosione e determinarne le cause.



L'attenzione e la cura con cui vengono eseguiti i rilievi fotografici e video, così come la corretta archiviazione e trasmissione di questo materiale, sono cruciali per garantire l'affidabilità e l'ammissibilità delle prove nel procedimento giudiziario.

Pertanto, la formazione specialistica e l'aggiornamento costante delle competenze del personale investigativo dei vigili del fuoco in materia di repertazione e rilievo video-fotografico rappresentano fattori chiave per migliorare l'efficacia delle indagini sugli incendi/esplosioni e per supportare efficacemente l'attività della magistratura.

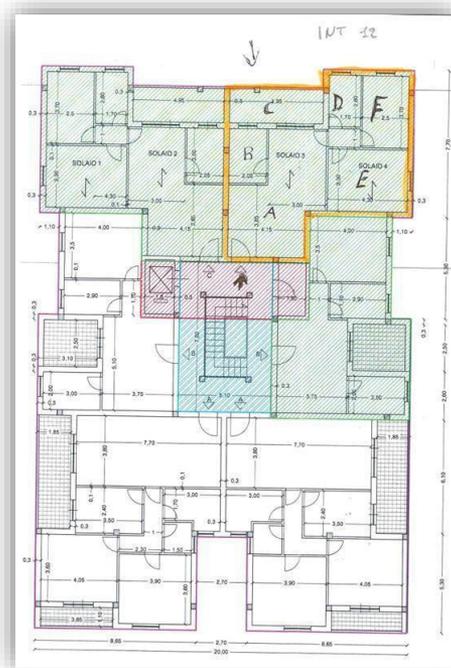
5 IL RILIEVO GEOMETRICO-DIMENSIONALE

Oltre alla repertazione video-fotografica, il personale investigativo dei vigili del fuoco effettua anche rilievi dimensionali e grafici dello scenario dell'incendio/esplosione, attraverso l'elaborazione di planimetrie, schizzi e disegni tecnici.

Questa documentazione cartografica è essenziale per contestualizzare spazialmente gli elementi rilevanti ai fini dell'indagine, come la posizione dei focolai, la propagazione delle fiamme, la distribuzione degli impianti e dei sistemi di sicurezza, i punti di prelievo dei reperti.

Nello specifico, i rilievi dimensionali comprendono:

- schizzo planimetrico dell'area interessata, con indicazione degli accessi, delle aperture, degli arredi e degli impianti presenti.
- Misurazioni e quote degli ambienti, necessarie per ricostruire la geometria degli spazi.
- Rappresentazione grafica della propagazione delle fiamme e dei livelli di fumo e calore.
- Localizzazione dei punti di prelievo dei campioni e della repertazione fotografica.



Questi elaborati grafici, allegati al verbale di operazioni compiute e alla relazione tecnica finale, consentono di contestualizzare e integrare efficacemente le informazioni raccolte attraverso la documentazione visiva.

Oltre all'utilizzo diretto nel procedimento giudiziario, la documentazione visiva può essere impiegata anche per scopi didattici e

formativi, contribuendo all'aggiornamento e al perfezionamento delle tecniche di indagine degli investigatori dei vigili del fuoco.

5.1 Modalità di esecuzione del rilievo geometrico-dimensionale

Il rilievo geometrico-dimensionale rappresenta una fase fondamentale nell'attività di indagine sui luoghi dove sono avvenuti incendi ed esplosioni. Attraverso questa attività, gli investigatori dei vigili del fuoco sono in grado di acquisire una precisa documentazione delle caratteristiche dimensionali e spaziali della scena, fornendo un supporto essenziale per la successiva ricostruzione degli eventi.

Il fascicolo dei rilievi geometrici-dimensionali deve essere allegato al verbale di operazioni compiute e alla relazione tecnica finale, in quanto contiene informazioni cruciali per l'indagine.

Innanzitutto, è utile avere a disposizione una pianta della zona e del fabbricato, come ad esempio l'estratto catastale, per poter inquadrare la collocazione dello scenario all'interno del contesto. Questa documentazione preliminare consente di orientarsi rapidamente sul luogo e di pianificare in modo più efficace le successive attività di rilievo.



Uno degli aspetti cruciali del rilievo geometrico-dimensionale è la misurazione delle distanze relative tra i punti di riferimento e i materiali ritenuti utili ai fini delle indagini.

In particolare, è necessario individuare, nei pressi della presunta zona di origine dell'evento, almeno due punti fissi di riferimento (non asportabili e possibilmente individuabili sulle cartografie disponibili). Questi punti fissi devono essere georeferenziati con GPS, in modo da poter ricostruire con precisione la posizione degli elementi rilevanti.

Tutte le misurazioni effettuate, insieme ai rilievi fotografici e planimetrici, devono essere annotate in un apposito fascicolo, che verrà allegato al verbale di operazioni compiute ed accertamenti urgenti e alla relazione tecnica finale.

Questa documentazione deve indicare la qualifica, il nome e il cognome dell'ufficiale di polizia giudiziaria e degli assistenti alle misurazioni, la data, l'ora e il tipo di evento, nonché l'indirizzo della scena e la sua posizione all'interno del fabbricato. Inoltre, deve essere presente una legenda dei simboli utilizzati per identificare i vari elementi presenti sulla scena.

Il rilievo geometrico-dimensionale, se condotto in maniera sistematica e organizzata, consente di ottenere una rappresentazione chiara e dettagliata dello scenario, fornendo un supporto fondamentale per le successive attività investigative e di ricostruzione degli eventi.

Attraverso l'utilizzo di semplici strumenti, come righelli, metri e squadrette, gli operatori sono in grado di rilevare con precisione le dimensioni degli ambienti, la disposizione degli oggetti e la distanza tra i vari elementi presenti sulla scena.

Questi dati dimensionali, integrati con la documentazione fotografica e video, permettono di ricostruire fedelmente la configurazione dello scenario, evidenziando dettagli che potrebbero sfuggire all'osservazione diretta.

Inoltre, il fascicolo dei rilievi geometrico-dimensionali rappresenta un fondamentale elemento di prova da allegare alla relazione tecnica finale, poiché consente di supportare le ipotesi investigative con dati certi e oggettivi.

Un esempio di schizzo planimetrico descrittivo dello scenario d'incendio/esplosione può essere realizzato utilizzando anche semplici documenti di Office, come Microsoft Word. Questi schizzi, sebbene di natura essenzialmente grafica, permettono di restituire in maniera chiara e immediata la configurazione degli ambienti e la disposizione degli elementi rilevanti.

Altri esempi di schizzi planimetrici possono includere piante, sezioni e prospetti, che rappresentano strumenti efficaci per documentare con precisione le caratteristiche geometriche e costruttive della scena.

Nella redazione di questa documentazione, è importante che l'operatore segua uno schema logico e organizzato, al fine di facilitarne la consultazione e l'interpretazione da parte degli investigatori e dell'Autorità Giudiziaria.

Oltre ai rilievi planimetrici, il fascicolo può comprendere anche documentazione come estratti di mappe catastali o cartografie, che consentono di inquadrare lo scenario nel contesto territoriale circostante.

Questa integrazione di informazioni geometriche e planimetriche permette di ottenere una visione complessiva e multidimensionale della scena, favorendo una ricostruzione accurata degli eventi.

È importante sottolineare che il rilievo geometrico-dimensionale deve essere svolto con la massima cura e attenzione, in quanto i dati raccolti costituiranno elementi di prova fondamentali per l'indagine. Eventuali imprecisioni o lacune nella documentazione potrebbero compromettere la validità forense delle analisi successive e la ricostruzione degli eventi.

Per questo motivo, gli operatori incaricati del rilievo geometrico-dimensionale devono essere adeguatamente formati e attrezzati, in modo da poter eseguire le misurazioni e la redazione degli elaborati grafici con la massima precisione e professionalità.

In conclusione, il rilievo geometrico-dimensionale rappresenta un passaggio imprescindibile nell'attività di indagine sui luoghi di incendio e di esplosione. Attraverso un approccio sistematico e organizzato, gli investigatori dei vigili del fuoco sono in grado di acquisire una documentazione dettagliata e completa delle caratteristiche dimensionali e spaziali della scena, fornendo un supporto essenziale per la successiva ricostruzione degli eventi e per le attività di analisi e di presentazione delle prove all'Autorità Giudiziaria.

6 I RILIEVI TECNICI CON STRUMENTAZIONE AD ALTO CONTENUTO TECNOLOGICO

L'utilizzo di strumentazione ad alto contenuto tecnologico rappresenta una componente fondamentale all'interno delle attività di rilievo tecnico per le indagini sugli incendi e le esplosioni. Questi dispositivi avanzati consentono di acquisire dati ed evidenze con un elevato livello di precisione e dettaglio, fornendo un contributo essenziale per la ricostruzione delle dinamiche degli eventi.

In particolare, gli investigatori dei vigili del fuoco hanno a disposizione soluzioni innovative come il Laser Scanner e la SpheronCam, in grado di eseguire rilievi 3D e 2D degli scenari di incendio ed esplosione. Queste tecnologie permettono di ottenere una rappresentazione fedele e accurata della scena, catturando informazioni dimensionali e geometriche che sarebbero altrimenti difficili da rilevare mediante metodi tradizionali.

L'integrazione di questi dati, acquisiti con strumenti tecnologici avanzati, con la documentazione fotografica, video e grafica tradizionale consente di ottenere una documentazione completa e multidimensionale dello scenario incidentale. Questa integrazione di informazioni risulta fondamentale per le successive attività di analisi e ricostruzione degli eventi, fornendo agli investigatori un quadro dettagliato e oggettivo delle condizioni preesistenti e degli effetti prodotti dall'incendio o dall'esplosione.



Pertanto, l'utilizzo di tecnologie avanzate per il rilievo tecnico rappresenta un fattore abilitante per migliorare l'efficacia e l'accuratezza delle indagini, consentendo di acquisire prove solide e incontrovertibili da presentare all'autorità giudiziaria.

6.1 Il rilievo con la SpheronCam

L'utilizzo della fotocamera sferica *Spheron SceneCam* rappresenta un elemento chiave nell'ambito dei rilievi tecnici per le indagini sugli incendi e le esplosioni. Questo dispositivo avanzato consente di acquisire immagini panoramiche ad alta risoluzione, catturando con precisione ogni dettaglio della scena investigativa.

La *Spheron SceneCam* è in grado di eseguire scansioni fotografiche sferiche con un angolo di ripresa di 360° in orizzontale e 180° in verticale, restituendo immagini da oltre 55 megapixel. Questa straordinaria risoluzione, combinata con la tecnologia HDR (*High Dynamic Range*), permette di documentare fedelmente anche le zone della scena caratterizzate da forti contrasti di luce, evitando zone sottoesposte o sovraesposte.

Grazie a queste peculiarità tecniche, la fotocamera sferica *Spheron SceneCam* rappresenta uno strumento ideale per il rilievo di scenari di



incendio ed esplosione, consentendo agli investigatori dei vigili del fuoco di acquisire una documentazione completa e dettagliata dell'ambiente investigativo.

Il processo di rilievo con la *Spheron SceneCam* prevede l'acquisizione di una serie di immagini sferiche, posizionando il dispositivo in punti strategici all'interno della scena. Questi punti di ripresa vengono scelti con cura dall'operatore, in modo da coprire l'intero ambiente e catturare tutti gli elementi rilevanti per le indagini.

Una volta acquisite le immagini sferiche, il sistema software *SceneCenter Forensic* consente di gestire in modo digitale e organizzato l'intero fascicolo di un caso, integrando le foto sferiche con altri elementi probatori come foto, video, registrazioni audio, planimetrie e documenti.

Questa soluzione software fornisce agli investigatori uno strumento potente per visualizzare, annotare e analizzare in dettaglio lo scenario investigativo.

L'integrazione della fotocamera Spheron con altri dispositivi tecnologici, come il laser scanner, rappresenta un ulteriore passo avanti nell'attività di rilievo tecnico. Attraverso l'utilizzo di adattatori dedicati, è possibile posizionare la *Spheron SceneCam* sulla stessa base del laser scanner, in modo da acquisire le scansioni 3D e le immagini sferiche nello stesso punto nodale.

Questo approccio consente di creare un modello 3D colorato e fotorealistico della scena, combinando la precisione metrica del laser scanner con la fedeltà visiva delle immagini Spheron. Il software Cyclone di Leica Geosystems permette di eseguire questo processo di integrazione tra i dati provenienti dai due dispositivi.

L'utilizzo congiunto della *Spheron SceneCam* e del laser scanner rappresenta un valore aggiunto significativo per le attività di indagine, in quanto fornisce agli investigatori una rappresentazione tridimensionale, dettagliata e realistica dello scenario, facilitando la comprensione delle dinamiche dell'evento e supportando la ricostruzione degli accadimenti.

Oltre all'integrazione con il laser scanner, la fotocamera Spheron può essere impiegata anche nell'ambito della Realtà Aumentata, consentendo di sovrapporre informazioni virtuali alle immagini reali della scena investigativa. Questo approccio innovativo apre nuove possibilità per la presentazione delle prove e la comunicazione con l'Autorità Giudiziaria, permettendo una visualizzazione interattiva e immersiva dello scenario. Un esempio di applicazione della Realtà Aumentata con la *Spheron SceneCam* è l'integrazione di informazioni grafiche, come planimetrie o schizzi ricostruttivi, direttamente sulle immagini sferiche acquisite. Questa soluzione consente di contestualizzare in modo chiaro ed efficace gli elementi di prova, agevolando la comprensione delle dinamiche dell'evento da parte dei magistrati e dei consulenti tecnici.

L'utilizzo della fotocamera Spheron rappresenta uno strumento essenziale per gli investigatori dei vigili del fuoco impegnati nelle indagini sugli incendi e le esplosioni. Grazie alle sue caratteristiche tecniche avanzate,

questo dispositivo permette di documentare in modo dettagliato e fedele lo scenario investigativo, fornendo un supporto fondamentale per le successive attività di analisi e ricostruzione degli eventi.

Nel corso degli anni, l'utilizzo della *Spheron SceneCam* da parte degli investigatori dei vigili del fuoco ha trovato numerose applicazioni pratiche nell'ambito delle indagini su incendi ed esplosioni, dimostrando la sua efficacia e versatilità.

6.2 SpheronCam: casi di studio ed esempi pratici

Un caso di studio significativo è quello relativo a un'esplosione verificatasi all'interno di un edificio commerciale. In questa circostanza, gli investigatori hanno eseguito scansioni ad alta definizione con il sistema *Spheron SceneCam* in cinque punti differenti all'interno del primo piano, dove si era verificato l'evento. Questa attività di rilievo ha permesso di acquisire immagini sferiche ad altissima risoluzione, catturando ogni dettaglio dell'ambiente e delle eventuali tracce ed evidenze utili per l'indagine.



Successivamente, i dati raccolti con la *Spheron SceneCam* sono stati integrati con l'attività di ricerca di composti organici volatili (V.O.C.) effettuata all'interno degli stessi ambienti. Questa combinazione di informazioni ha consentito agli investigatori di ricostruire con precisione le dinamiche dell'esplosione e di individuare la zona di origine dell'evento.

In un altro caso, gli investigatori hanno impiegato la fotocamera Spheron per documentare in modo dettagliato un incendio divampato all'interno di un capannone adibito ad attività di lavorazione di mobili. Attraverso l'acquisizione di immagini sferiche ad alta risoluzione, è stato possibile rilevare con precisione la disposizione degli ambienti, la collocazione degli elementi di interesse e gli eventuali segni e tracce lasciate dall'incendio.

Queste informazioni, integrate con i rilievi planimetrici effettuati sul luogo, hanno fornito un quadro completo e multidimensionale dello scenario, facilitando la ricostruzione delle dinamiche dell'evento e supportando le successive attività investigative.

In entrambi i casi, la documentazione fotografica e grafica realizzata con la *Spheron SceneCam* è stata allegata ai verbali di operazioni compiute e alla relazione tecnica finale, costituendo elementi di prova fondamentali per le indagini e per l'autorità giudiziaria.

6.3 Il rilievo con il Laser scanner

Il rilievo con il laser scanner è fondamentale per l'attività investigativa dei Vigili del Fuoco nella ricostruzione di incendi/esplosioni. Questa tecnologia avanzata permette di acquisire dati dettagliati e accurati sulla scena dell'incendio/esplosione, fornendo una fedele rappresentazione tridimensionale dell'ambiente e degli elementi coinvolti.

Il laser scanner è uno strumento in grado di misurare con estrema precisione le distanze degli oggetti presenti in una determinata area, restituendo una nuvola di punti 3D che descrive in maniera dettagliata la geometria dell'ambiente. Questo sistema di rilievo si basa sulla tecnologia LiDAR (*Light Detection and Ranging*), che utilizza impulsi laser per calcolare la distanza degli oggetti colpiti dal fascio luminoso.



Nell'ambito delle indagini sugli incendi/esplosioni, l'utilizzo del laser scanner consente di svolgere una serie di attività fondamentali per la ricostruzione dell'evento e l'individuazione delle cause. Innanzitutto, permette di documentare in modo preciso e oggettivo lo stato della scena prima di qualsiasi intervento di rimozione dei materiali. Questa acquisizione iniziale rappresenta un passaggio cruciale, in quanto preserva le condizioni originali del sito e garantisce la disponibilità di un riferimento oggettivo per le successive analisi.

Il laser scanner, inoltre, consente di effettuare misurazioni estremamente accurate delle deformazioni strutturali, come quelle che possono verificarsi sugli elementi portanti di un edificio a seguito di un incendio/esplosione. Tali analisi geometriche permettono di valutare l'entità dei danni subiti dalla costruzione e di ricostruire fedelmente i meccanismi di collasso o di danneggiamento. Questo tipo di informazioni risulta di fondamentale importanza per comprendere l'evoluzione dell'incendio e individuare le possibili cause dell'evento.



Oltre agli aspetti strettamente geometrici, il laser scanner consente anche di acquisire informazioni di tipo visivo sulla scena dell'incendio. Infatti, attraverso l'integrazione di una fotocamera digitale ad alta risoluzione, lo strumento è in grado di catturare immagini sferiche panoramiche che documentano in maniera dettagliata l'aspetto

dell'ambiente e degli elementi presenti. Queste immagini fotografiche ad alta definizione, associate ai dati tridimensionali della scansione, offrono agli investigatori un quadro completo e accurato della situazione, facilitando la successiva analisi e ricostruzione degli eventi.

Un ulteriore vantaggio del laser scanner nell'ambito delle indagini sugli incendi/esplosioni riguarda la possibilità di effettuare rilievi in aree particolarmente inaccessibili o pericolose. Grazie alla sua capacità di acquisire dati da lunghe distanze, lo strumento permette di documentare situazioni che altrimenti risulterebbero difficilmente raggiungibili, come edifici elevati o strutture parzialmente crollate. Ciò consente di raccogliere informazioni preziose senza dover esporre gli operatori a rischi eccessivi.

Il processo di rilievo con il laser scanner prevede diverse fasi, ciascuna delle quali riveste un'importanza cruciale per la qualità e l'efficacia della documentazione acquisita. Inizialmente, l'operatore deve effettuare una scansione generale dell'area interessata dall'incendio, inquadrando il contesto ambientale e architettonico circostante. Queste riprese di carattere

introduttivo permettono di contestualizzare correttamente la scena e di comprenderne la collocazione all'interno del più ampio contesto.

Successivamente, l'attività di rilievo procede in maniera sequenziale e dettagliata, concentrandosi sulle diverse aree e sui particolari rilevanti per le indagini. L'investigatore deve assicurarsi di documentare con precisione la condizione degli ambienti, delle strutture e di tutti gli elementi presenti sulla scena, annotando eventuali alterazioni o movimentazioni effettuate durante le operazioni di soccorso o di indagine.

Per facilitare la successiva analisi e interpretazione dei dati, è fondamentale che l'operatore posizioni opportuni cartellini segnaletici numerici e alfabetici, in modo da identificare in maniera inequivocabile i punti di riferimento e gli elementi significativi rilevati. Questa attività di marcatura e georeferenziazione consente di ricostruire fedelmente la configurazione originaria della scena e di correlare i dati acquisiti con la reale disposizione degli oggetti.



Particolare attenzione deve essere dedicata anche alla documentazione fotografica, in modo da integrare le informazioni tridimensionali acquisite dal laser scanner con immagini ad alta risoluzione. Le fotografie permettono di arricchire la rappresentazione digitale della scena, fornendo ulteriori dettagli visivi e cromatici.

Nell'ambito delle indagini sugli incendi, l'utilizzo del laser scanner risulta particolarmente prezioso per la ricostruzione di prove sperimentali e di ricostruzione in scala reale. Quando si rende necessario testare una determinata ipotesi investigativa, ad esempio valutando la propagazione dell'incendio su specifici materiali combustibili, il rilievo laser scanner consente di documentare in modo dettagliato l'evoluzione della prova e gli effetti sui materiali coinvolti. Questa documentazione tridimensionale rappresenta una risorsa fondamentale per l'analisi e l'interpretazione dei

risultati della sperimentazione, consentendo agli investigatori di riesaminare in maniera approfondita gli elementi raccolti e di trarre conclusioni più accurate sulla dinamica dell'incendio/esplosione.

Oltre alla ricostruzione di prove sperimentali e in scala reale, il laser scanner è particolarmente prezioso nell'ambito della Realtà Virtuale, in quanto consente di acquisire nuvole di punti 3D di scenari reali che poi possono essere importate all'interno della piattaforma del Metaverso, un applicativo di realtà virtuale in fase di realizzazione, utile soprattutto per le attività di addestramento e formazione. Questo approccio innovativo apre anche nuove possibilità per la presentazione delle prove e la comunicazione con l'autorità giudiziaria, permettendo una visualizzazione interattiva e immersiva di qualsiasi scenario.

L'attività di rilievo con il laser scanner richiede l'impiego di personale adeguatamente formato e specializzato. L'investigatore deve possedere una



conoscenza approfondita del funzionamento dello strumento e delle tecniche di acquisizione dei dati, in modo da poter effettuare le operazioni in maniera corretta e completa. Inoltre, deve disporre di accessori e dispositivi idonei, come cavalletti, monopiedi e batterie ausiliarie, per garantire l'efficienza e la sicurezza delle riprese.

Particolarmente impegnativa è anche la fase di post-elaborazione dei *files* delle scansioni effettuate, che avviene attraverso l'uso di specifici software.

Un aspetto fondamentale riguarda anche la gestione e l'archiviazione dei dati acquisiti. Tutta la documentazione tridimensionale deve essere organizzata e catalogata in maniera sistematica, per consentirne un facile reperimento e consultazione in caso di necessità future. A tal fine, è opportuno predisporre una modulistica standard che permetta di annotare le informazioni chiave, come data, ora, luogo e nominativo dell'operatore che ha effettuato i rilievi.

Questa uniformità di documentazione facilita inoltre il dialogo con l'autorità giudiziaria, che può richiedere tali informazioni nel corso dell'azione penale. Inoltre, garantisce la preservazione e la tracciabilità delle prove raccolte, aspetto essenziale per la loro ammissibilità in ambito giudiziario.

In conclusione, il rilievo con il laser scanner rappresenta uno strumento imprescindibile per l'attività investigativa dei vigili del fuoco nell'ambito delle indagini sugli incendi e le esplosioni. Questa tecnologia avanzata consente di acquisire dati dettagliati e accurati sulla scena dell'incendio/esplosione, fornendo una fedele rappresentazione tridimensionale dell'ambiente e degli elementi coinvolti. Attraverso l'integrazione di immagini fotografiche ad alta risoluzione, il laser scanner permette di documentare in maniera completa e oggettiva la situazione, favorendo la successiva analisi e ricostruzione degli eventi.

6.4 Laser scanner: caso di studio ed esempio pratico

Un esempio pratico di attività di indagine in cui è stato impiegato il laser scanner è l'incendio verificatosi presso un edificio industriale.

Immediatamente dopo l'evento, gli investigatori hanno effettuato un rilievo preliminare dell'area interessata, documentando lo stato generale della scena mediante riprese video e fotografiche.

Successivamente, è stato posizionato il laser scanner in diverse postazioni strategiche, al fine di acquisire una scansione dettagliata della struttura e degli elementi presenti. Grazie all'elevata precisione dello strumento, è stato possibile rilevare con estrema accuratezza la geometria degli ambienti e le deformazioni subite dagli elementi portanti in seguito all'incendio.



Inoltre, l'integrazione con la fotocamera SpheronCam ha permesso di catturare immagini sferiche panoramiche ad alta risoluzione, che hanno consentito di arricchire la rappresentazione tridimensionale della scena con informazioni visive dettagliate.

L'analisi dei dati acquisiti con il laser scanner ha rivelato che le colonne centrali 4, 6, 7 e 9 avevano subito deformazioni significative a causa dell'esposizione al fuoco, mentre l'intera superficie della colonna 5 e della 8 era stata anch'essa compromessa.

Queste informazioni dettagliate sulla geometria degli elementi strutturali hanno rappresentato un elemento fondamentale per la ricostruzione dell'evoluzione dell'incendio e l'individuazione delle possibili cause.

Grazie all'accuratezza e all'oggettività dei dati raccolti con il laser scanner, gli investigatori hanno potuto effettuare analisi approfondite e formulare ipotesi investigative supportate da prove concrete, facilitando il successivo dissequestro dell'area e consentendo un più rapido avvio della ristrutturazione dell'edificio.

Questo caso evidenzia l'importanza del laser scanner come strumento essenziale per le indagini sugli incendi/esplosioni, in quanto consente di documentare in modo dettagliato e affidabile la scena, fornendo agli investigatori le informazioni necessarie per ricostruire con precisione l'evoluzione dell'evento e individuare le possibili cause.

7 CONCLUSIONI

Giunti alla conclusione del manuale, abbiamo visto come la documentazione fotografica, video e geometrico-descrittiva rappresenti un elemento essenziale e imprescindibile per le attività investigative sugli incendi e le esplosioni.

Il rilievo fotografico consente di "cristallizzare" lo stato della scena, documentando in modo dettagliato gli elementi di interesse, le eventuali tracce e le alterazioni subite a seguito dell'evento. Attraverso una progressione organizzata di inquadrature, dagli esterni agli interni, gli investigatori possono acquisire una visione completa dello scenario, facilitando la successiva analisi e ricostruzione dell'accaduto.

Il rilievo video, integrato con le riprese fotografiche, permette di catturare in modo dinamico l'evoluzione della scena, cogliendo elementi altrimenti difficilmente documentabili.

Inoltre, il rilievo geometrico-dimensionale, effettuato con strumenti di misura e tecnologie avanzate come il laser scanner, consente di acquisire informazioni precise sulle caratteristiche dimensionali e spaziali dell'ambiente, fornendo un supporto essenziale per la ricostruzione degli eventi.

Tutti questi elementi costituiscono una documentazione probatoria di fondamentale importanza per l'attività investigativa, consentendo agli inquirenti di formulare ipotesi attendibili sulle cause dell'incendio e/o dell'esplosione e di presentare prove concrete all'autorità giudiziaria.

La corretta esecuzione di queste attività di rilievo, seguendo protocolli standardizzati e utilizzando strumenti e tecniche adeguate, è pertanto un passaggio cruciale per garantire l'efficacia delle indagini e la solidità delle conclusioni raggiunte.

TESTI E MATERIALI CONSULTATI

- Linee guida per il sopralluogo giudiziario ai fini dell'investigazione antincendi, NIA 2009.
- Linee guida e tecniche di repertazione video-fotografica nell'ambito delle attività investigative, NIA 2016.
- NFPA 921 – Guide for Fire and Explosion Investigations, 2017.
- UNI EN ISO 13943 – Sicurezza in caso di incendio – Vocabolario, 2017.
- Guida al repertamento di residui di incendio per la ricerca analitica di tracce di liquidi infiammabili, NIA 2020.
- D. Curtotti, L. Saravo, *Manuale delle investigazioni sulla scena del crimine. Norme, tecniche, scienze, logica*, 2022.
- Nucleo Investigativo Antincendi 2004-2024, NIA 2024.
- M. Chisari, 1° Corso di formazione sperimentale per "Operatore Video Fotografico – C.D.V.", 2024.

RINGRAZIAMENTI

Molte delle immagini inserite nel testo provengono dall'archivio fotografico del Nucleo Investigativo Antincendi della Direzione Centrale per la Prevenzione Sicurezza Tecnica Antincendio ed Energetica.

La presente pubblicazione, è stata redatta dal C.S.E. Alessandro Fiorillo (N.I.A. Centrale) ed è stata realizzata con l'auspicio che possa costituire un utile riferimento, nell'ambito delle attività investigative, per il personale operativo dei vigili del fuoco che a vario titolo è chiamato a svolgere attività investigativa riguardo l'accertamento delle cause di incendio e di esplosione, sul territorio.

Un particolare ringraziamento per la predisposizione del presente lavoro va, oltre che agli autori, al seguente personale in servizio presso altri uffici del CNVVF e che ha offerto il proprio contributo:

- C.S. Mauro Chisari per l'elaborazione del primo capitolo sui concetti fondamentali di fotografia;
- C.R. in congedo Maurizio Maleci per le parti del testo dedicate alla corretta esecuzione di un rilievo video.

Un particolare ringraziamento inoltre va al collega in congedo Vincenzo Di Carlo per avere pensato ed ideato il presente lavoro.

Ing. Luigi Capobianco
Direzione Centrale Prevenzione Sicurezza
Tecnica Antincendi ed Energetica
Dirigente del Nucleo Investigativo Antincendi

PD LUIGI CAPOBIANCO
21/08/2025
5523075

