



## **PROGETTO PER LO SVILUPPO E LA PROMOZIONE DELLA FISICA E DELLE TECNOLOGIE FISICHE APPLICATE ALL'AMBITO FORENSE**

Coordinatori: Lucio Rizzo – Coordinatore Regionale GR5  
Eugenio Fazio – Vice presidente ANFeA

Contributi di: A. Bettucci<sup>1</sup>, I. Cataldo<sup>2</sup>, E. Fazio<sup>3</sup>, A.C. Felici<sup>4</sup>, V. Gagliarducci<sup>5</sup>, R. Li Voti<sup>6</sup>, L. Rizzo<sup>7</sup>, M. Rossi<sup>8</sup>.

### ▪ **Premessa**

Con il presente documento si intende proporre al CD e ai soci ANFeA una piattaforma condivisa di ambiti disciplinari relativi alla fisica e alle tecnologie applicate all'ambito forense; ciò allo scopo

- a. di supportare la stessa ANFeA nella ridefinizione del Regolamento di valutazione, implementandolo con più specifici ambiti di competenza nel contesto forense;
- b. di supportare i nuovi soci nello specifico percorso professionale (in termini di conoscenze, abilità e competenze) da possedere per il rilascio dell'attestato di qualità e qualificazione dei servizi da parte di ANFeA, secondo le procedure contenute nel regolamento di valutazione, e del certificato di competenza rilasciato da parte terza<sup>9</sup> presso cui è già operativo (oppure in via di definizione) il registro relativo al personale certificato per lo specifico settore, cui accedere dopo apposito esame<sup>10</sup>;

---

<sup>1</sup> andrea.bettucci@uniroma1.it.

<sup>2</sup> italo.cataldo@versalis.eni.com

<sup>3</sup> eugenio.fazio@uniroma1.it.

<sup>4</sup> annac.felici@uniroma1.it.

<sup>5</sup> v.gagliarducci@tiscali.it.

<sup>6</sup> roberto.livoti@uniroma1.it.

<sup>7</sup> dott.rizzolucio@gmail.com.

<sup>8</sup> marco.rossi@uniroma1.i

<sup>9</sup> Organismi di certificazione del personale accreditati da ACCREDIA, secondo la UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012.

<sup>10</sup> Allo scopo si menziona che il registro denominato "Esperto consulente tecnico forense" è già operativo presso "en.i.c" (<http://www.enteitalianocertificazione.it>); per lo specifico campo della ricostruzione dei sinistri stradali, invece, dove è già operativa la norma UNI 11294 (*Attività professionali non regolamentate – Qualificazione dei tecnici per la ricostruzione e l'analisi degli incidenti stradali – Requisiti di conoscenza, abilità e competenza*), l'avviamento di uno specifico registro per detto settore è già stato definito da parte di "aicq sigev" (<http://aicqsicev.it>), ed è stata conclusa la prima sessione di esame nel giugno 2016.

- c. di promuovere una rete di soci professionisti che, organizzati nelle forme ritenute più opportune, possano rispondere alle richieste del mondo giuridico e medico-legale, sia in termini di competenze che di dotazioni strumentali offerte;
- d. di promuovere la diffusione di tale ambito mediante la promozione di *workshop* dedicati anche in collaborazione con strutture e istituzioni, pubbliche o private, nazionali o estere<sup>11</sup>, che già operano nel generale settore delle scienze forensi.

#### ▪ **Termini, definizioni e procedure**

La figura del fisico specialista in ambito forense può, allo stato attuale trovare una sua naturale collocazione nel contesto del D.P.R. 30 giugno 2002, n.115, laddove definisce l' "*ausiliario del magistrato*" come "*il perito, il consulente tecnico, l'interprete, il traduttore e qualunque altro soggetto competente, in una determinata arte o professione o comunque idoneo al compimento di atti, che il magistrato o il funzionario addetto all'ufficio può nominare a norma di legge*"; l'art. 220 c.p.p. stabilisce che "*la perizia è ammessa quando occorre svolgere indagini o acquisire dati o valutazioni che richiedono specifiche competenze tecniche, scientifiche o artistiche*".

Inoltre la legislazione attuale definisce e distingue il consulente tecnico del giudice o consulente tecnico d'ufficio (CTU) dal consulente tecnico di parte (CTP); l'art. 230 c.p.c. stabilisce che i CTP possono assistere al conferimento dell'incarico del CTU e presentare al Giudice richieste, osservazioni e riserve, delle quali viene fatta menzione nel verbale; essi possono partecipare alle operazioni peritali, proponendo al CTU specifiche indagini, delle quali deve darsi atto nella relazione; la scelta del CTU, di norma, viene fatta tra gli iscritti nell'albo del tribunale competente, anche se tale disposizione non ha carattere di obbligatorietà; ad ogni modo l'art. 221 c.p.p. così recita; "*il giudice nomina il perito scegliendo tra gli iscritti negli appositi albi o tra persone fornite di particolare competenza nella specifica disciplina*".

Il CTP può essere nominato da un legale oppure dal Pubblico Ministero che conduce le indagini; nel caso di nomina da parte di quest'ultimo, ci si riferisce all'art. 359 c.p.p. laddove "*Il pubblico ministero, quando procede ad accertamenti, rilievi segnaletici, descrittivi o fotografici e ad ogni altra operazione tecnica per cui sono necessarie specifiche competenze, può nominare e avvalersi di consulenti, che non possono rifiutare la loro opera.*".

A conclusione della disamina fin qui proposta, è opportuno chiarire che l'attività tecnica in ambito giudiziario è riconducibile all'istituto della "prova" processuale, rientrando sia la consulenza tecnica che la perizia nei cosiddetti "*mezzi di prova*"; in particolare il consulente tecnico (CTP), che fornisce una consulenza tecnica specifica, riceve l'incarico dalle parti, Pubblico Ministero e/o avvocato difensore, per una più efficace tutela delle posizioni di questi ultimi, ovvero per garantire il contraddittorio rispetto alle indagini peritali; il perito invece (CTU), che redige la perizia, agisce esclusivamente su incarico conferito dal Giudice, concorrendo alla formazione della prova nel rispetto del contraddittorio tra le parti.

Per quanto concerne, infine, gli aspetti di deontologia e responsabilità professionale, si menziona il fatto che il consulente tecnico o perito, essendo un ausiliario del Magistrato o del Giudice, fornisce

---

<sup>11</sup> Si menziona a tal proposito il "*Centro di fisica/balistica forense*", operativo presso il dipartimento di medicina legale dell'Università di Berna (contact@irm.unibe.ch).

mediante le sue valutazioni e il suo apporto tecnico, significative valutazioni che possono condizionare (anche in maniera incisiva e determinante) l'intera vicenda processuale. Pertanto, in base all'art. 64 c.p.c. si applicano al consulente le disposizioni del codice penale relative ai periti da cui scaturisce una severa normativa sanzionatoria in caso di comportamento erroneo; così recita l'art. 64 c.p.c. “ *si applicano al consulente le disposizioni del codice penale relative ai periti. In ogni caso il consulente tecnico che incorre in colpa grave nell'esecuzione degli atti che gli sono richiesti, è punito con l'arresto fino ad un anno e un'ammenda fino a euro 10.329. Si applica l'art. 35 del codice penale. Egli è inoltre tenuto al risarcimento dei danni causati alle parti.* ”

## ▪ **Ambiti di competenza**

Procederemo ora ad una disamina dei possibili ambiti di competenza del fisico che opera in ambito forense.

### 1. Balistica esterna e identificativa

La balistica si occupa del comportamento del proiettile, delle sue interazioni con il fluido entro cui viaggia e con la forza di gravità; nello specifico contesto delle indagini giudiziarie, *la balistica esterna* studia le traiettorie spazio-temporali, valutando il comportamento del proiettile o delle schegge in funzione dell'arma, del tipo di munizione impiegata e dell'ambiente; essa fornisce, pertanto, un contributo determinante nel definire la cronologia degli spari, ricostruire le traiettorie dei colpi esplosi e verificare lo spostamento delle armi sulla scena del crimine sulla base degli elementi disponibili, effettuando indagini sperimentali mediante telecamere ad alta risoluzione. *La balistica identificativa* riguarda, invece, l'indagine strumentale condotta sul materiale balistico, quali bossoli, proiettili o frammenti di essi; infatti, a seguito della commissione di un delitto, i reperti di armi da fuoco possono essere analizzati, ad esempio, mediante l'utilizzo di un microscopio comparatore al fine di identificarne la provenienza; per lo specifico ambito delle analisi della polvere da sparo, tra le tecniche di indagine di rilevazione dei residui aventi natura inorganica si possono menzionare la spettrofotometria di assorbimento atomico (AAS), fluorescenza di raggi X, analisi per attivazione neutronica (AAN); le tecniche di rilevazione di residui organici, che si trovano nei componenti combustibili della polvere di lancio fanno, invece, generalmente riferimento alle tecniche di cromatografia in fase liquida e di gascromatografia.

#### Bibliografia

- a. S. Montanaro, *L'esperto balistico*, ed. Laurus – Ruboffo
- b. S. Montanaro - C. Bui - A. Farnetti, *L'indagine balistica*, editoriale Olimpia

## 2. Incidenti stradali

L'analisi di incidenti stradali si occupa della ricostruzione di un sinistro e dei suoi effetti sull'uomo. Tali studi possono ricoprire molti aspetti fisico-ingegneristici, quali la cinematica, la dinamica, la meccanica applicata alle macchine, la biomeccanica; dall'altro, tale disciplina richiede un corpus ampio di metodiche di indagine e strumentazione a supporto qui menzionati brevemente: rilievi dello stato dei luoghi mediante GPS, analisi fotogrammetriche sulle strutture deformate, modelli analitici e simulazioni numeriche mediante tecniche agli elementi finiti, analisi delle immagini e loro elaborazione, rilievi fotometrici per valutazioni sull'avvistamento degli utenti, elaborazione dati cinematici da sistemi gps montati sulle auto, rilevazione e analisi di dati meteorologici durante il sinistro, misure e valutazione dell'attrito sull'asfalto, analisi di materiali e strutture dovuti a stress e deformazioni durante le collisioni, come'è il caso delle barriere stradali e delle stesse auto, analisi sul comportamento degli occupanti soggetti ad accelerazioni e impatti e in coordinamento con i medici legali, analisi delle dichiarazioni mediante modelli di teoria delle decisioni e dei giochi e in coordinamento con esperti di psicologia forense, etc.

Va precisato in questa sede, riprendendo quanto già menzionato nella nota n.6, che lo specifico settore settore, a partire dal 2015, è normato dalla UNI 11294 .

### Bibliografia

- a. B. Picasso, *Fondamenti di meccanica e biomeccanica*, ed. Springer.
- b. D. Vangi, *Ricostruzione della dinamica degli incidenti stradali*, Firenze University Press.
- c. UNI 11294, *Attività professionali non regolamentate – Qualificazione dei tecnici per la ricostruzione e l'analisi degli incidenti stradali – Requisiti di conoscenza, abilità e competenza*.

### 3. Identificazione e caratterizzazione dei materiali

Lo spettro delle possibili tecniche fisiche che possono essere utilizzate per identificare e analizzare i reperti di interesse in un processo giudiziario è assai ampio. Ad oggi, lo sviluppo delle tecnologie fisiche e della strumentazione ad esse correlata consente, infatti, con relativa facilità una completa caratterizzazione multiscala della natura dei reperti (da quella macro fino a quella atomica, laddove necessaria), e ciò utilizzando l'ampio margine di tecniche disponibili; queste sono attualmente in grado di superare tutti i limiti della metallografia tradizionale, sia per tipologia di materiale che può essere analizzato, sia per risoluzione, sia infine per quantità di materiale necessario da utilizzare per l'analisi, essendo sufficienti in molti casi pochi nanogrammi di materiale. Per quanto concerne lo studio dei difetti peculiari dei materiali, dai quali si può risalire per la ricostruzione dell'evento criminoso, va osservato che ad oggi le analisi dello "strain" si possono effettuare con tecniche basate sull'impiego della diffrazione elettronica, le quali richiedono pochi secondi e con risoluzioni che sono dell'ordine del nm; tali tecniche condotte, ad esempio, su oggetti indossati dagli occupanti di un aereo, hanno permesso in alcuni casi emblematici di discriminare se il disastro aereo fosse stato provocato da una deflagrazione a bordo oppure da un incidente di volo (es. "caso Mattei"). A tale scopo si riporta un breve elenco delle principali tecniche strumentali che possono essere usate per scopi forensi può essere il seguente:

- Microscopie ottiche, per risoluzioni fino a 200 nm;
- Microscopie elettroniche a scansione (risoluzioni fino al nm) e a trasmissione (risoluzioni fino a 0.05 nm)
- Microscopie di sonda basate sull'impiego di Microscopi a Forza Atomica per l'analisi delle proprietà fisiche dei materiali fino alla scala sub-nanometrica;
- Diffrazione mediante raggi-X ed elettroni per l'analisi strutturale dei materiali;
- Microanalisi e Spettroscopia Raman per l'analisi elementare e composizionale dei materiali;
- Datazione mediante Carbonio-14.

Tra gli ulteriori specifici ambiti applicativi di generale interesse forense si possono evidenziare:

- Verifica della presenza di amianto
- Analisi dei residui della polvere da sparo (GSR: Gun Shot Residue)
- Analisi di opere d'arte
- Presenza di elementi in tracce

#### Bibliografia

- Lewis P.R., Gagg C., Reynolds K., (2004) *Forensic Materials Engineering: Case Studies*, CRC Press.
- Bill C. Giessen, Donald E. Polk, And , James A. W. Barnard, *The Application of Materials Science Methods to Forensic Problems - Principles, Serial Number Recovery, and Paper Identification*, in *Forensic Science, ACS Symposium Series*, Vol. 13, 2009, Chapter 7, pp 58–74
- M. Houck & J. Siegle, *Fundamentals of Forensic Science (2nd Edition)*, Academic Press, 2010.

#### 4. Indagini grafologiche

J. Newton Baker afferma che “*fin dai tempi remoti la falsificazione dei documenti fu praticata in tutti i paesi in cui la scrittura rappresentava il mezzo di comunicazione*” [a], ipotesi ampiamente giustificata nella storia. La grafologia forense si occupa della comparazione scientifica di segni grafici allo scopo di stabilirne giudizialmente la autenticità e la riconducibilità all'autore [b]. Da qualche tempo le perizie calligrafiche vengono condotte utilizzando strumenti in cui vengono richieste elevate competenze fisiche come il microscopio stereoscopico digitale, per poter studiare la pressione, la velocità e l'inclinazione della scrittura, tutte caratteristiche identificative dell'autore. Altri strumenti utili sono la lampada di Wood per evidenziare potenziali cancellature, e la fotografia all'infrarosso per identificare scritture sovrapposte di diverso colore. Nei casi in cui esistano scritture sovrapposte di colore simile è stata recentemente accreditata anche la tecnica di deflessione fototermica per accertare, dalle deformazioni impresse sulla carta, quale segno grafico sia stato apposto successivamente, requisito utile per risolvere numerosi contenziosi [c,d].

#### Bibliografia

- a. Baker J Newton, *The law of disputed and forged documents* – Virginia USA The Michi Company.
- b. *Tecnica e grafologia giudiziaria – Aggiornamenti e prospettive*, ED.P.Cristofanelli e S.Lena - Ancona 1997
- c. M.Bertolotti, R. Li Voti, C. Sibilìa, G. Leahu, S.Paoloni, “*Tecniche laser non distruttive nell'analisi dei documenti*” pp. 210, 216 in *Carta e Inchiostri – Tecniche di Accertamento* - AGI - Ancona 1999.
- d. R. Li Voti, G.L.Liakhov, S. Paoloni, C. Sibilìa, M.Bertolotti, *Thermal wave physics*, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials 3 p.779-816 (2001).

## 5. Indagini su documenti e opere d'arte

Le metodologie fisiche sono da anni applicate allo studio dei beni culturali. Esse consentono di ottenere, il più delle volte in modo non distruttivo, informazioni sui materiali che costituiscono i manufatti e sulle tecniche utilizzate per la loro realizzazione. In particolare, queste informazioni sono un valido supporto negli studi di datazione e provenienza di reperti archeologici, per l'attribuzione dell'opera d'arte ad un determinato autore e per il riconoscimento dei falsi. Per questo motivo, nel caso di perizie che riguardino opere d'arte, vengono sempre più spesso richieste anche analisi di tipo scientifico condotte con metodiche fisiche.

Tra le metodologie più utilizzate per effettuare analisi non distruttive di beni culturali vi sono quelle di tipo spettroscopico (spettroscopia di fluorescenza dei raggi X, spettroscopia Raman e infrarossa, spettroscopia di fluorescenza e in riflessione nella regione spettrale tra l'ultravioletto e il vicino infrarosso) e quelle di imaging (radiografia, riflettografia infrarossa e ultravioletta, imaging multispettrale nella regione spettrale tra l'ultravioletto e il vicino infrarosso).

Tutte queste tecniche possono essere inoltre utilizzate lo studio di manoscritti e documenti al fine di determinarne l'autenticità o di migliorarne la lettura in caso di danneggiamento.

### Bibliografia

a. *Physics Methods in Archeometry. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi"* – Course CLIV (edited by M. Martini, M. Milazzo and M. Piacentini). IOS Press (2004).

## 6. Informatica forense, imaging processing, ricostruzione delle scene del crimine

Tratteremo in questa sezione dell'analisi dei supporti informatici, il cui obiettivo è quello di ricavarne dati utili per le indagini; tali possono andare dagli Hard Disk alle memorie a stato solido, mentre i dati possono essere documenti, immagini, suoni, etc. L'analisi inizia, nella maggior parte dei casi, con il recupero dei dati dai supporti, danneggiati volutamente, come per il caso di files cancellati, oppure accidentalmente a causa del contatto con agenti esterni. Vista le dimensioni attuali degli Hard Disk, caso per caso si rende necessario realizzare algoritmi per interpretare i dati recuperati, oppure disegnare dei filtri per eliminare o ridurre il rumore dagli stessi. L'imaging processing può essere un caso particolare di trattamento di dati ricavati da un supporto danneggiato se questo conteneva in tutto o in parte delle immagini. La tecnica può applicarsi direttamente su immagini, siano esse in formato digitale, analogico o cartaceo; l'analisi può essere finalizzata all'individuazione di artefatti, come nel caso di fotomontaggi, o all'identificazione di dettagli che possono sfuggire ad un esame sommario, utilizzando anche algoritmi matematici da sviluppare, eventualmente, caso per caso. Talvolta le immagini rilevanti per le indagini giudiziarie sono acquisite con strumentazione che non ne permette una facile interpretazione, e ciò per diverse cause, come la presenza di rumore, una bassa qualità ottica, presenza di distorsioni, etc.; può anche spesso accadere che le immagini risultano danneggiate per cattiva conservazione del supporto, o per effetti di agenti esterni, si menziona in tal caso la classica smagnetizzazione parziale o totale dei vecchi, ma ancora in uso, supporti magnetici. In tal caso occorrerà mettere in atto delle procedure per rielaborare le immagini e renderle leggibili ed enfatizzare i dettagli voluti. Dalle analisi delle immagini si possono estrarre misure di lunghezza e altezza degli oggetti in esse presenti, generare parametri utili per la ricostruzione della scena di un evento criminoso, ricavare dati biometrici, etc. La ricostruzione delle scene può essere utile per evidenziare in dettaglio quanto è accaduto, alla fine di un processo ricostruttivo; essa può essere realizzata per via indiretta (uso di immagini 2D con successiva interpolazione ed elaborazione), oppure con l'acquisizione mediante macchine di ripresa 3D; da queste informazioni è poi possibile ricostruire virtualmente la scena, da utilizzare per un'analisi dinamica o statica degli eventi, dei luoghi e degli oggetti.

### Bibliografia

- a. *File System Forensic Analysis* – Brian Carrier – Addison Wesley Professional
- b. *Forensic uses of Digital Imaging* - John C. Russ – CRC Press.



## 7. Indagini, misure e valutazioni sull'inquinamento acustico

L'inquinamento acustico espone un sempre crescente numero di persone a livelli di rumore potenzialmente dannosi per la salute. L'ultimo rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, "Noise in Europe 2014", evidenzia che circa il 20% della popolazione europea (oltre 125 milioni di persone) è giornalmente sottoposto a livelli di rumore oltre i limiti di legge e circa diecimila decessi ogni anno sono direttamente correlati all'inquinamento acustico; nella sola Europa, inoltre, sempre legati all'esposizione a rumore vi sono annualmente più di quarantamila ricoveri ospedalieri per malattie coronariche, oltre novecentomila casi di ipertensione e circa otto milioni di casi di disturbo del sonno. La normativa italiana, che recepisce quella europea, stabilisce delle soglie ben definite del rumore ambientale differenziando i vari ambienti urbani in cui si svolge l'attività umana.

Pertanto, anche al fine di risolvere contenziosi di carattere penale o civile, è necessario

- Misurare l'intensità del rumore ambientale con fonometri di classe 1 certificati a norma IEC651 / IEC804 / IEC61672. Le misure possono avvenire in ambienti urbani aperti nel caso, ad esempio, di rumore generato da traffico veicolare su strade, ponti, sopraelevate; oppure causato da traffico ferroviario o tramviario; oppure ancora provocato da attività ricreative (concerti all'aperto, discoteche, parchi gioco, cinema, teatri, bar, ristoranti, ecc.); è altresì possibile misurare l'intensità del rumore in ambienti lavorativi e residenziali, sia pubblici (asili, scuole, ospedali, ecc.), che privati (appartamenti);
- Verificare il rispetto della normativa vigente sulle varie soglie del livello di rumore nei diversi contesti urbani, lavorativi, residenziali.

### Bibliografia

- a. *Noise in Europe 2014*, EEA Report No 10/2014, <http://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>)
- b. *Acustica - Fondamenti e applicazioni*, a cura di Renato Spagnolo, UTET Università, 2015

## 8. Indagini, misure e valutazioni sui rischi da esposizione ad agenti fisici

### 8a. Campi elettromagnetici

Tale ambito di competenza si occupa precipuamente della valutazione del rischio di subire un danno a causa dell'esposizione a campi elettromagnetici, il che si traduce nella misura dei relativi valori e di una loro comparazione rispetto a quelli limite di esposizione fissati per legge. Il campo di applicazione si estende dai generatori ad alta frequenza, tipo impianti radio TV, ponti radio, telefonia mobile, impianti emittenti nelle microonde, apparati elettromedicali e strumenti per uso industriale, ai campi a bassi frequenza, generati da elettrodotti, impianti a media e bassa tensione, generatori di campi magnetici, apparati industriali e medicali. Da un punto di vista normativo, ad oggi l'Italia vige la Legge del 22 febbraio 2001, n.36 (*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*); a questa legge e ai suoi due D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 (il primo fissa i limiti per l'esposizione a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz; il secondo fissa i limiti per frequenze di rete di 50 Hz), è pertanto necessario far riferimento per l'individuazione di specifici limiti di riferimento entro cui considerare l'esposizione della popolazione in sede di contenziosi civili o penali. Inoltre, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha, inoltre, emanato due decreti il 29 maggio 2008 recanti l'uno la procedura di misurazione e valutazione dell'induzione magnetica generata dagli elettrodotti, e l'altro la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti medesimi.

### Bibliografia

- a. G. Gavelli, *Inquinamento elettromagnetico* – Dario Flaccovio Ed.
- b. N. Benedetti, *Rischi da esposizione ad agenti fisici: campi elettromagnetici, radiazioni ottiche artificiali, microclima e atmosfere iperbariche*, Maggioli Ed.

## 8b. Sorgenti Laser

Le sorgenti laser hanno avuto in questi anni una rapidissima e capillare diffusione di cui si citano alcuni ambiti: apparecchiature elettroniche (stampanti laser, lettori di CD-DVD-BlueRay, etc.), apparecchiature biomedicali (laser per uso odontoiatrico, laser per uso dermatologico, laser per uso estetico, etc.), industria manifatturiera (taglio di tessuti e pellame con il laser, taglio e saldatura di metalli via laser, taglio di materiali compositi, solidificazione e indurimento di resine mediante radiazione UV laser o da lampade, etc.), applicazioni ludiche (laser nelle discoteche, puntatori laser in armi da caccia o da guerra, puntatori laser per uso individuale, etc.). In ambito giuridico si l'interesse per tale campo può essere correlato gli incidenti sui luoghi di lavoro (laboratori, industrie, etc.) laddove vi è stata una violazione della normativa secondo il d.lgs.81/08 (Titolo VII, Capo V – Radiazione ottiche artificiali). Va inoltre menzionato il fatto che negli ultimi anni si è verificato un incremento dei rischi biologici, e conseguenti danni alla vista, correlabili con l'utilizzo di apparecchiature di provenienza extra-europea, non sempre rispondenti alle norme sulla sicurezza e sovente poste in vendita per le strade in maniera non autorizzata; tali laser, posti a sequestro dalle autorità di controllo, si presentano con caratteristiche non dichiarate superiori rispetto alla classificazione normata, per un impiego libero al grande pubblico. Le misure di sicurezza e i mezzi di controllo da adottare nel utilizzo e nella messa a punto di apparati laser sono specificati in diversi riferimenti legislativi/normativi tra cui citiamo i seguenti: la norma CEI-EN 60825/1 e 1381G (Norme operative sulla sicurezza dei sistemi laser), la norma CEI 76 fascicolo 3 850R Anno 1998 (Guida per l'utilizzazione di apparecchi laser per laboratori si ricerca); più recente é la nuova Norma Europea CEI EN 60825/1, Ed. Quarta, Fascicolo CEI 6822 del Febbraio 2003 (Parte prima: classificazione delle apparecchiature, prescrizione e guida per l'utilizzatore). Le competenze fisiche nel campo delle sorgenti laser, da possedere da un Tecnico alla Sicurezza Laser (TSL - CEI 1384 G – CT-76 del CEI Guida E) permettono di:

- analizzare le sorgenti presenti sul mercato o sequestrate dall'autorità giudiziaria e farne una completa caratterizzazione delle caratteristiche fisiche e di pericolosità;
- effettuare analisi di ambienti lavorativi dove sono impiegate sorgenti laser e prevedere protocolli di sicurezza;
- effettuare corsi di formazione del personale che utilizza sorgenti laser.

### Bibliografia

c. R. Henderson, *A guide to laser safety*, ed. Chapman & Hall.

## 8c. Sorgenti di ultrasuoni

Le apparecchiature basate su ultrasuoni (di media e bassa potenza), vengono utilizzate nei centri estetici ai fini del benessere corporeo. Il numero di queste apparecchiature e il loro campo di applicazione cresce con la rapidità di diffusione dei centri estetici; la normativa sulle loro caratteristiche – principalmente in termini di rapporto frequenza-potenza degli ultrasuoni utilizzati – è, già a livello europeo, abbastanza lacunosa: spesso vengono utilizzati sistemi di dubbia origine le cui caratteristiche elettromeccaniche sono ignote. I rischi che ne conseguono derivano dal fatto che gli ultrasuoni penetrando al di sotto della cute aumentano la temperatura degli strati sottocutanei e, se di sufficiente potenza, possono innescare fenomeni cavitativi potenzialmente letali. Nel caso di danni su pazienti che conducano, poi, a dei procedimenti giudiziari richiedono di

- Caratterizzare le apparecchiature basate su ultrasuoni impiegate nei centri estetici al fine di definire la frequenza degli ultrasuoni utilizzati e la potenza elettromeccanica erogata;
- Misurare punto per punto l'ampiezza di vibrazione della parte dell'apparecchiatura che viene a contatto con la pelle generando una mappa bidimensionale dell'ampiezza di vibrazione trasmessa alla cute.

### Bibliografia

a. *Acustica - Fondamenti e applicazioni*, a cura di Renato Spagnolo, UTET Università, 2015

## 9. Ricostruzione incidenti sul lavoro

L'ambito della ricostruzione degli incidenti sul lavoro richiede al fisico, specie se titolato come RSPP o ASPP, che nell'individuazione delle nesso eziologico scatenante un evento incidentale di tal genere si debba far ricorso in primis ad un'approfondita analisi che individui le eventuali inadempienze nella valutazione dei rischi richiesta all'azienda, facendo naturalmente riferimento alla normativa generale vigente (d.lgs. 81 – d.lgs.3 agosto 2009) e allo scopo di individuare le responsabilità delle diverse figure interessate (datore di lavoro, ASPP, RSPP, preposti). Sarà pertanto determinante, oltre alla disamina di tutta la documentazione da acquisire agli atti verificare, specie nel caso di rischi connessi con attività industriali di una certa importanza,

- quale sia stato il supporto ai datori di lavoro nel processo di prevenzione e mitigazione dei rischi
- se vi sia stata una ricerca delle soluzioni operative per prevenire o mitigare i rischi dei lavoratori;
- se vi sia stata nel tempo un miglioramento delle procedure operative;
- se vi è stata una preparazione alle emergenze per ridurre gli impatti degli eventi incidentali, anche rilevanti;
- se vi è stata una effettiva promozione di una cultura della sicurezza mediante attività di formazione tecnica.

Gli strumenti a disposizione per una valutazione tecnico-giuridica in sede di indagini possono riguardare anche l'analisi storica degli eventi dannosi (incidenti, infortuni, quasi incidenti, ecc.), l'analisi di operabilità (HAZOP) o l'individuazione dei modi di guasto (FMEA), con un utilizzo di competenze approfondite in ambito statistico.

### Bibliografia

- a. L. Pellicola, *Il nuovo Testo Unico di Sicurezza sul lavoro – il D.lgs. n.81/2008 dopo il Decreto correttivo (D.Lgs. 3 agosto 2009, n.106)*, Maggioli Ed., 2009.
- b. F. De Felice, *Fondamenti teorici della sicurezza industriale* – dispense del corso presso Università di Cassino  
(file:///C:/Users/lucio%20rizzo/Downloads/fondamenti%20teorici%202007.pdf);
- c. *Il risk management. Teoria e pratica nel rispetto della normativa*, a cura di P. Prandi, Franco Angeli Ed., 2010.

## 10. Ricostruzione incidenti ambientali

Tale ambito si presenta come particolare vasto e complesso, data la eterogeneità dei diversi tipi di inquinamento (aria, acqua, suolo) e le correlate tecniche di indagine e misurazione dei parametri in gioco. Da ciò ne consegue che il fisico che opera in tale ambito deve di necessità avere una notevole padronanza degli aspetti legislativi (AIA, VIA, VAS, Testo Unico dell’Ambiente, direttive come la ATEX, etc.), strumentali (facenti riferimento sia ai processi di misura ed elaborazione dei dati utilizzando tecniche XRF, spettroscopia IR, Raman, radiazione di sincrotrone per l’identificazione di sostanze inquinanti in aria, acqua e suolo, sia ai modelli correlati ai processi di diffusione dei contaminanti nelle diverse matrici, oltreché una capacità di coordinamento e direzione nelle indagini, anche di concerto con organi di polizia o laboratori terzi (NOE dei Carabinieri – ROA della G.di Finanza, IMAA presso il CNR, etc.), si da operare una ricostruzione degli eventi e delle cause scatenanti l’incidente, anche rilevante; esso inoltre dovrebbe anche possedere solide competenze di tipo estimativo per la stima dei danni all’ambiente, alla salute e ai beni deprezzati (ad esempio, perdita di valore di immobili, costi per il disinquinamento, etc.). Solo per citare alcuni esempi, si menziona qui il caso delle indagini connesse con l’interramento di rifiuti (radioattivi o meno), oppure con l’immissione nel terreno di reflui provenienti da lavorazioni industriali, oppure con l’emissione in aria di inquinanti, anche a seguito di esplosioni accidentali, oppure ancora con l’immissione in terreni o fiumi di scarichi fognanti da parte di aziende o impianti di depurazione non a norma.

### Bibliografia

- a. M. Gorla, *Siti contaminati. Caratterizzazione – Analisi di rischio – Tecniche di disinquinamento*, Dario Flaccovio Ed., 2012.
- b. L. Ramacci, *Reati ambientali e reati e indagini di Polizia Giudiziaria*, Maggioli Ed., 2009.