

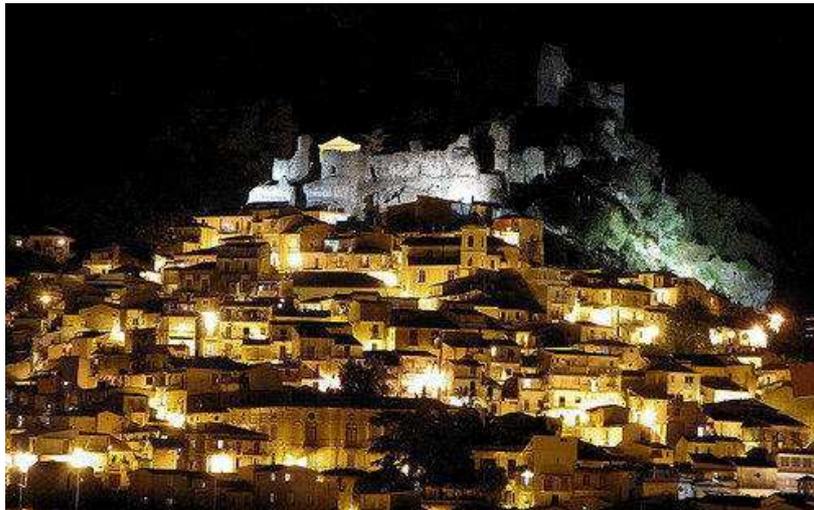


## Convegno Nazionale Airp di Radioprotezione in videoconferenza

Con il patrocinio di:



ISTITUTO  
SUPERIORE  
DI SANITÀ



30 settembre – 2 ottobre 2020

Sala Consiliare "Napolitano" di Lamezia Terme

con la sponsorizzazione di:



X-Gammaguard di Laura Pini

LABORATORIO DI DOSIMETRIA  
MONITORAGGIO RADIAZIONI IONIZZANTI  
MISURE DI CONCENTRAZIONE RADON

Via Gorizia, 40 - 21047 Saronno (VA)  
Tel. 02.96702029 - Fax. 02.9625945  
<http://www.xgammaguard.it>  
dosimetria@xgammaguard.it



### Presentazione

Cari tutti,

anche in questo difficile anno AIRP non ha voluto far mancare ai propri soci e a tutti i cultori della radioprotezione l'annuale appuntamento del proprio Convegno Nazionale. Sarà ovviamente un Convegno diverso, profondamente segnato dall'emergenza che stiamo vivendo. E', come vedete, organizzato in forma di workshop, con 6 diverse sessioni scientifiche in cui relatori ad invito tratteranno argomenti che coprono tutti i principali settori della radioprotezione. Ci sarà ampio spazio per la discussione e, aspetto importante e non scontato, sarà possibile iscriversi alle varie sessioni in modo completamente gratuito: è stata questa una scelta convinta di tutto il Consiglio Direttivo che, ne siamo certi, sarà apprezzata da tutti. Non è stata però una scelta indolore perché ci sono costi comunque non trascurabili anche per organizzare eventi digitali. Ringraziamo perciò tutti i soci che continuano a sostenerci con le proprie quote annuali di iscrizione e anche gli sponsor che hanno scelto di seguirci in questa avventura.

Una piccola nota di rammarico deriva dal fatto che, rinunciando alla forma usuale del Convegno, per quest'anno non potrà essere messo in palio l'ormai tradizionale "Premio Giovani", che stava diventando un importante ed atteso appuntamento dei nostri incontri annuali. Speriamo senz'altro di riprendere, fin dal prossimo anno, questa importante iniziativa, tanto più significativa in questo momento storico in cui la ripresa delle attività richiede la decisiva partecipazione dei giovani.

Concludo ringraziando gli amici calabresi che hanno collaborato all'organizzazione di questo evento e che, ne sono certo, ci avrebbero accolti tutti magnificamente a Lamezia Terme, dove il Convegno avrebbe dovuto svolgersi in forma tradizionale. Sarà comunque possibile per un limitato gruppo di persone seguire i lavori del Convegno "in presenza" come si dice ora, a Lamezia, presso una sede messa a disposizione dal Comune: un sentito grazie al Sindaco e al Segretario Scientifico Francesco Bonacci per questa possibilità.

Arrivederci quindi tutti, sia pure in modo virtuale, al Convegno: contiamo su una vostra numerosa partecipazione, anche come augurio per un prossimo anno che veda un progressivo ritorno alla normalità della vita dell'associazione: nonostante il fondamentale aiuto della tecnologia che ci consente di continuare a lavorare anche in condizioni difficili, siamo convinti che l'incontro reale tra le persone sia il valore aggiunto imprescindibile per un'associazione scientifica come la nostra. In attesa di rivederci di persona stiamo cercando di potenziare altri strumenti di collegamento tra soci: è infatti nostra intenzione pubblicare entro l'anno un nuovo numero del nostro Bollettino, che si aggiunge a quello appena uscito in forma digitale all'inizio dell'estate, ora in distribuzione in forma cartacea: il nuovo numero sarà in gran parte dedicato ai lavori presentati al nostro Convegno.

Arrivederci tutti sul web!

Il Presidente  
Mauro Magnoni

### Comitato di Programma

|                      |  |
|----------------------|--|
| Sara Adda            | Arpa Piemonte                            |
| Gian Marco Contessa  | ENEA                                     |
| Vittorio Festa       | Protection Solutions                     |
| Daniele Franci       | Arpa Lazio                               |
| Luisella Garlati     | Politecnico di Milano                    |
| Sveva Grande         | Istituto Superiore di Sanità             |
| Mauro Magnoni        | Arpa Piemonte                            |
| Francesco Mancini    | SOGIN                                    |
| Rocco Marchese       | Arpa Basilicata                          |
| Anna Mastroberardino | INFN Cosenza – Università della Calabria |
| Salvatore Procopio   | Arpa Calabria                            |

### Segretario Scientifico

Francesco Bonacci – Fisica Sanitaria ASP Catanzaro

---

### Segreteria Organizzativa

Anna Prandstatter

[airp2020@airp-asso.it](mailto:airp2020@airp-asso.it)

Tel. 0125-645328

### **Informazioni sullo svolgimento del Convegno:**

#### **- modalità videoconferenza**

*Il Convegno AIRP 2020 in videoconferenza è strutturato in forma di workshop suddiviso in 6 sessioni scientifiche con relatori ad invito che approfondiranno le varie tematiche trattate con la possibilità di interazione tra relatori e partecipanti. E' prevista anche l'annuale assemblea di AIRP, riservata ai soli soci.*

*La modalità di partecipazione in videoconferenza è dettagliata nella mail di conferma dell'iscrizione alla sessione di interesse, da effettuare sul sito di AIRP [www.airp-asso.it](http://www.airp-asso.it)*

#### **- modalità in presenza**

*Per coloro che desiderano partecipare al Convegno in forma tradizionale è stata allestita la Sala Consiliare "Napolitano" del Comune di Lamezia Terme per un numero limitato di partecipanti.*

*La registrazione è obbligatoria, da effettuarsi sul sito di AIRP fino ad esaurimento posti.*

*Considerate le indicazioni delle autorità non sarà possibile l'accesso ai non registrati e le pause sono libere: non è prevista la somministrazione di bevande e/o alimenti da parte dell'organizzazione.*

### **Crediti ECM**

*I crediti ECM non saranno assegnati durante lo svolgimento in diretta del Convegno ma in una seconda fase come formazione a distanza non sincrona (FAD); maggiori dettagli saranno specificati a breve sul sito AIRP.*

### **Iscrizioni**

*L'iscrizione al Convegno è gratuita e dovrà essere fatta separatamente per ciascuna delle sessioni scientifiche e per l'Assemblea dei soci, (quest'ultima riservata ai soci di AIRP) esclusivamente online sul sito: [www.airp-asso.it](http://www.airp-asso.it) seguendo le modalità indicate ed entro il 27 settembre 2020.*

*L'iscrizione è obbligatoria*

*In alternativa alla mostra scientifica, per le aziende interessate è prevista la proiezione di un breve filmato pubblicitario durante la pause previste nel programma.*

### Programma Scientifico

## Mercoledì 30 settembre

9.00 *Saluti: Francesco Bonacci e Mauro Magnoni*

*Assessore all'Ambiente Regione Calabria: Col. Sergio De Caprio*

*Sindaco del Comune di Lamezia Terme: Avv. Paolo Mascaro*

*Presidente ANPEQ: Piero Finazzi*

*Presidente AIRM: Roberto Moccaldi*

### **SESSIONE 1: Radioprotezione e Radioattività Ambientale**

**Presiede: Mauro Magnoni**

- 09.20 – 09.55 Optimisation of Protection: Making the Best Choice, **Edward Lazo** (NEA-OECD, Parigi)  
09.55 – 10.30 La “Ragionevolezza” in radioprotezione, **Marie Claire Cantone** (Univ. Milano - AIRP)  
10.30 – 11.05 Allontanamento di rifiuti solidi ed effluenti radioattivi alla luce delle novità normative, **Stefano De Crescenzo** (Ospedale Giovanni XXIII – Bergamo)

**11.05 – 11.30 Spazio Sponsor - Pausa Caffè**



- 11.30 – 12.05 Trasparenza, informazione, coinvolgimento: il territorio al centro delle attività di Sogin, **Federico Colosi** (SOGIN, Roma)  
12.05 – 12.40 Il Progetto Nazionale per la gestione dei rifiuti radioattivi, **Fabio Chiaravalli** (SOGIN, Roma)

**12.40 – 13.40 Pausa Pranzo**

### **SESSIONE 2: Radioprotezione e Radioattività Ambientale**

**Presiede: Francesco Bonacci**

- 13.40 – 14.15 Il radon: fonti e riduzione del rischio, **Francesco Bochicchio** (Istituto Superiore di Sanità, Roma)  
14.15 – 14.50 Verso un'armonizzazione delle mappe radon nazionali, **Enrico Chiaberto** (Arpa Piemonte)

**14.50 - 15.20 Spazio Sponsor - Pausa Caffè**



- 15.20 – 15.55 Misura diretta ed indiretta del Toron in aria con metodi spettroscopici, **Carlo Sabbarese** (Università degli studi della Campania, Caserta)  
15.55 – 16.30 Analisi dei dati raccolti dalla rete nazionale ISIN per le emergenze radiologiche, **Stefano Zennaro** (ISIN, Roma)

**Assemblea dei soci (16.30 – 18.00)**

**Giovedì 1 ottobre**

### SESSIONE 3: Radiazioni Non Ionizzanti

**Presiede: Sara Adda**

- 09.15 – 09.50 Uso di lampade germicide UVC nella prevenzione Covid-19 negli ambienti di vita e di lavoro: rischi, efficacia, criticità, **Iole Pinto** (USL Toscana sud-est)
- 09.50 – 10.25 Valutazione dell'influenza di irraggiamento con radiazione germicida ultravioletta UVGI sull'informazione dosimetrica di TLD, **Santi Spartà** (Radiation & Robotic)
- 10.25 – 11.00 Sviluppi della normativa di protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici alla luce del 5G., **Alessandro Polichetti** (Istituto Superiore di Sanità, Roma)

**11.00 – 11.30 Spazio Sponsor - Pausa Caffè**



- 11.30 – 12.05 Valutazione teorica esposizione 5G e sistemi mMIMO, **Marco Donald Migliore** (Università di Cassino)
- 12.05 – 12.40 Misure 5G ed estrapolazioni con tecniche vettoriali e in span zero, **Settimio Pavoncello** (Arpa Lazio)

**12.40 – 14.00 Pausa Pranzo**

### SESSIONE 4: Radiazioni Non Ionizzanti – telecomunicazioni

**Presiede: Gian Marco Contessa**

- 14.00 – 14.20 Attività del CT106, **Nicola Pasquino** (Università Federico II Napoli)
- 14.20 – 15.00 Le motivazioni della revisione della 211-7E: una panoramica sui nuovi sistemi di telecomunicazione mobile, **Daniele Franci** (Arpa Lazio)
- 15.00 – 15.20 Attività del Gruppo di Lavoro CEI "Stazioni Radio Base e IoT" sulla nuova revisione della Guida 211-7 Appendice E, **Stefano D'Elia** (Vodafone)
- 15.20 – 16.00 Misure in banda larga e criticità della risposta dei sensori a segnali a spettro espanso e rapidamente variabili nel tempo, **Sara Adda** (Arpa Piemonte)

### SESSIONE 5: Fisica Medica e Sanitaria

**Presiede: Sveva Grande**

- 14.00 – 14.35 Stato dell'arte sull'impiego della diagnostica per immagini per il COVID-19, **Alessandra Palma** (Istituto Superiore di Sanità, Roma)
- 14.35 – 15.10 Valutazione indice di complessità e relativi livelli di riferimento per le procedure neurointerventistiche, **Monica Cavallari** (Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo e Università degli Studi di Milano)
- 15.10 – 15.45 Dose al Paziente e Qualità immagine: nuovi approcci per la valutazione della qualità immagine", **Raffaele Villa** (SC Fisica Sanitaria, ASST Monza)

**16.00 16.30 Spazio Sponsor - Pausa Caffè**



X-Gammaguard di Laura Pini  
LABORATORIO DI DOSIMETRIA  
MONITORAGGIO RADIAZIONI IONIZZANTI  
MISURE DI CONCENTRAZIONE RADON  
Via Garfola, 40 - 21047 Saronno (VA)  
Tel. 02.96702029 - Fax. 02.9625945  
http://www.xgammaguard.it  
dosimetria@xgammaguard.it

### **SESSIONE 4: Radiazioni Non Ionizzanti – telecomunicazioni - continua**

**Presiede: Daniele Franci**

16.30 – 16.50 Misure sui segnali TDD, **Enrico Grillo** (Arpa Lazio)

16.50 – 17.10 Misure sui segnali NB-IoT, **Stefano Coltellacci** (Arpa Lazio)

17.10 – 17.30 Approfondimento sul parametro alfa\_24, **Enrica Caputo** (Arpa Piemonte)

17.30 – 18.00 Discussione

### **SESSIONE 5: Fisica Medica e Sanitaria - continua**

**Presiede: Sveva Grande**

16.30 - 17.05 Valutazione della performance di un sistema diagnostico, **Gaetano Compagnone** (Policlinico di S.Orsola, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Bologna)

17.05 – 17.40 Radiation protection challenges during Covid-19 emergency, **Claire Louise Chapple** (Newcastle Upon Tyne NHS Foundation Trust)

## Venerdì 2 ottobre

### **SESSIONE 6: Dosimetria / Metodi di misura**

**Presiede: Luisella Garlati**

09.00 – 09.35 Recenti sviluppi nella valutazione di dose interna: modelli, raccomandazioni e linee guida, **Augusto Giussani** (BfS, Germania)

09.35 – 10.10 Recenti sviluppi della dosimetria a gel di Fricke, **Salvatore Gallo** (Università degli Studi di Milano)

10.10 – 10.45 Development, characterization and optimization of solid-state micro-dosimeters fabricated with 3D silicon sensor technology, **Marco Povoli** (SINTEF Digital, Norvegia)

**10.45 – 11.15 Spazio Sponsor - Pausa Caffè**



11.15 – 11.50 Metodi dosimetrici innovativi per una rapida valutazione dell'esposizione individuale in situazioni di emergenza radiologica: il progetto BioPhyMeTRE, **Antonella Testa** (ENEA)

11.50 – 12.25 La misura della radioattività con gli Smartphone: raccomandazioni per l'uso da parte della popolazione nelle emergenze radiologiche, **Sara Della Monaca** (Istituto Superiore di Sanità, Roma)

12.25 – 13.00 Utilizzo delle videocamere digitali dei telefoni cellulari come rivelatori di radiazioni ionizzanti, **Francesco d'Errico** (Università di Pisa)

**13.00 Conclusioni e saluti**

**RIASSUNTI**

## La 'Ragionevolezza' in Radioprotezione

Marie Claire Cantone

*Università di Milano; AIRP*

[marie.cantone@unimi.it](mailto:marie.cantone@unimi.it)

### **Abstract**

La ragionevolezza è collegata al prendere decisioni razionali, informate e imparziali che rispettino altri punti di vista e anche possibili obiettivi e interessi contrastanti; è strettamente connessa alla saggezza vista come qualità di aver buon senso, esperienza e una buona capacità di giudizio per ottenere decisioni che siano appunto ragionevoli. Il Sistema di Protezione Radiologica è stato sviluppato da un punto di vista razionale e allo stesso tempo con l'intenzione e l'obiettivo di agire in modo ragionevole. Si pensi al principio di ottimizzazione teso a raggiungere il miglior livello di protezione, nelle circostanze prevalenti, attraverso un continuo processo iterativo. Il Sistema si evolve attraverso il progresso della scienza, l'evoluzione dei valori etici e sociali, e l'esperienza maturata, e ci porta a riflettere sul giudizio di valori nella interpretazione del rischio e nel prendere decisioni adeguate.

La ragionevolezza si applica a qualsiasi situazione di esposizione e siamo consapevoli che ciò che può essere considerato ragionevole può dipendere dalla specificità della situazione e dal coinvolgimento delle parti interessate in un processo inclusivo. La base della ragionevolezza sta nel come viene gestito il rischio da radiazioni combinando e bilanciando i valori etici fondamentali. Organizzazioni internazionali nel campo della radioprotezione, quali ICRP, IRPA e NEA, da tempo sono impegnate in riflessioni e discussioni che riguardano considerazioni etiche e la ricerca di giudizi e scelte ragionevoli.

La presentazione, oltre a dare un quadro sui quattro valori etici fondamentali che sono alla base delle raccomandazioni ICRP, e su alcuni valori etici procedurali che aiutano nella messa in pratica della protezione radiologica, intende evidenziare come far riferimento alle questioni etiche può aiutare nella gestione di potenziali conflitti, verso decisioni più trasparenti. Verranno proposti esempi su esposizioni mediche, ubicazione di deposito rifiuti radioattivi, e protezione di pazienti in ambito veterinario. La ricerca della ragionevolezza può portare a riconoscere come il solo aspetto quantitativo sia insufficiente al fine di riflettere un principio di giustizia, sia come distribuzione di dose, che come opinioni espresse delle parti interessate.

### **Allontanamento di rifiuti solidi ed effluenti radioattivi alla luce delle novità normative**

Stefano De Crescenzo (ASST Papa Giovanni XXIII) Piazza OMS 1 Bergamo

*sdecrescenzo@asst-pg23.it*

#### **Abstract**

Il D.Lgs 101/2020 modifica in maniera sostanziale il pregresso quadro normativo relativo all'allontanamento di rifiuti radioattivi solidi ed effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi.

Scopo dell'intervento è illustrare il razionale dosimetrico sotteso al nuovo sistema regolatorio a partire dalle modalità di definizione del concetto di non rilevanza radiologica.

Vengono quindi illustrate le modalità con cui le indicazioni della direttiva 59/2013 sono state declinate nel D.Lgs 101/2020 e illustrate alcune possibili metodologie che consentano di valutare, in maniera ottimizzata, l'impatto dosimetrico sull'individuo rappresentativo dovuto all'immissione di sostanze radioattive in ambiente a seguito di attività comportanti la somministrazione di sostanze radioattive a scopo diagnostico e terapeutico.

## **Trasparenza, informazione, coinvolgimento: il territorio al centro delle attività di Sogin**

*Federico Colosi*

*colosi@sogin.it*

### **Abstract**

Sogin è la società di Stato responsabile del decommissioning degli impianti nucleari italiani e della gestione dei rifiuti radioattivi per garantire quotidianamente la sicurezza dei cittadini, salvaguardare l'ambiente e tutelare le generazioni future.

Per la sistemazione definitiva di tutti i rifiuti radioattivi italiani, il Decreto legislativo 31 del 2010 prevede che Sogin realizzi un Deposito Nazionale e Parco Tecnologico, la cui localizzazione avverrà attraverso una consultazione pubblica.

Alla base della realizzazione di un'infrastruttura necessaria per il Paese sarà dunque sviluppato un processo di dialogo strutturato con gli stakeholder basato sull'informazione, la trasparenza e il coinvolgimento, in linea con le best practice internazionali di settore.

Tali principi guidano già l'operato di Sogin, che aderisce pienamente alla concezione per cui un'impresa, tanto più se pubblica, ha delle responsabilità nei confronti del contesto umano, sociale e ambientale in cui opera, e pone la sostenibilità al centro di ogni scelta.

In questa prospettiva si colloca l'attenzione costante di Sogin per i territori in cui smantella i siti nucleari, che si manifesta, tra le altre cose, aprendo le porte dei propri impianti a cittadini, scuole, famiglie e associazioni, per raccontare dal vivo le proprie attività, ma anche partecipando a tavoli di confronto con imprese, enti e istituzioni sugli aspetti sociali, economici e ambientali connessi alla realizzazione dei progetti di decommissioning e gestione dei rifiuti radioattivi.

## **Il Progetto Nazionale per la gestione dei rifiuti radioattivi**

Fabio Chiaravalli

*Direttore Deposito Nazionale e Parco Tecnologico – Sogin SpA*

*Via Marsala 51/C – 00185 Roma*

*chiaravalli@sogin.it*

### **Abstract**

Il Decreto Legislativo n. 31 del 2010 ha affidato a Sogin-Società Gestione Impianti Nucleari, interamente partecipata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, anche il compito di progettare, localizzare, realizzare e gestire il Deposito Nazionale, un'infrastruttura di superficie dove collocare i rifiuti radioattivi italiani in piena sicurezza e compatibilità con l'ambiente, in analogia con quanto hanno messo o stanno mettendo in opera gli altri Paesi membri dell'Unione Europea.

La messa in esercizio del Deposito Nazionale consentirà ~~inoltre~~ di completare il decommissioning degli impianti nucleari italiani, restituendo all'ambiente i siti ancora occupati, nonché di gestire i rifiuti radioattivi italiani, compresi quelli generati dalle attività di medicina nucleare, industriale e di ricerca.

Con il Deposito Nazionale sarà dato luogo allo smaltimento centralizzato dei rifiuti a molto bassa e bassa attività (oltre che un'esigua aliquota dei rifiuti a media attività), nonché e allo stoccaggio dei rifiuti a media ed alta attività, in attesa, anche per questi, della loro sistemazione definitiva, in un deposito geologico.

Inoltre ci sarà un Parco Tecnologico, ossia un centro di ricerca applicata e formazione nel campo del decommissioning nucleare e della gestione dei rifiuti radioattivi.

In tale ambito, sulla base dei criteri di localizzazione elaborati e pubblicati nella Guida Tecnica n. 29 dall'ISPRA (oggi ISIN), Sogin ha redatto la proposta di Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee ad ospitare il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico (CNAPI).

La CNAPI, al fine di una scelta condivisa del sito definitivo, successivamente al rilascio del Nulla Osta alla pubblicazione da parte dei Ministeri competenti (MiSE – MATTM), sarà sottoposta ad una consultazione pubblica, per consentire ad amministrazioni e soggetti interessati, la formulazione di osservazioni e proposte, anche di valenza socio-territoriale. Si giungerà quindi ad elaborare la Carta Nazionale delle Aree Idonee (CNAI) e gli Enti Locali, il cui territorio ricadrà anche parzialmente in tali aree, potranno avanzare una manifestazione d'interesse ad approfondire le indagini e, successivamente, ad ospitare eventualmente il Deposito e la sua rete di monitoraggio ambientale e radiologico, che monitorerà la struttura e vaste aree circostanti per secoli.

Oltre che di un'opera necessaria ed improcrastinabile, si tratta di uno dei più importanti progetti infrastrutturali finanziati, previsti in Italia nei prossimi anni.

Inoltre, la collaborazione con enti di ricerca, università, associazioni professionali e operatori industriali, sia nazionali sia esteri, permetterà una reale integrazione con il sistema economico e di ricerca, contribuendo ulteriormente allo sviluppo sostenibile del territorio nel quale verrà realizzato, insieme al Deposito, il Parco Tecnologico.

### Verso un'armonizzazione delle mappe radon nazionali

Silvia Arrigoni<sup>1</sup>, Elena Caldognetto<sup>2</sup>, Massimo Cappai<sup>3</sup>, Enrico Chiaberto<sup>4</sup>, Paolo Falletti<sup>4</sup>, Massimo Faure Ragani<sup>5</sup>, Massimo Garavaglia<sup>6</sup>, Concettina Giovani<sup>6</sup>, Mauro Magnoni<sup>4</sup>, Rosella Rusconi<sup>1</sup>, Francesco Salvi<sup>7</sup>, Elio Sirigu<sup>3</sup>, Sergio Palermi<sup>8</sup>, Giancarlo Torri<sup>7</sup>, Flavio Trotti<sup>2</sup>, Raffaella Ugolini<sup>2</sup>, Luca Verdi<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Arpa Lombardia - <sup>2</sup>Arpa Veneto - <sup>3</sup>Arpa Sardegna - <sup>4</sup>Arpa Piemonte - <sup>5</sup>Arpa VDA - <sup>6</sup>Arpa FVG -  
<sup>7</sup>ISIN - <sup>8</sup>Arta Abruzzo - <sup>9</sup>Arpa Bolzano

[radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni.ionizzanti@arpa.piemonte.it), [francesco.salvi@isinucleare.it](mailto:francesco.salvi@isinucleare.it)

#### **Abstract**

Dalla pubblicazione del D.Lgs 241/2000 al recente D.Lgs 101 del 31 Luglio 2020 sono ormai trascorsi 20 anni. In quest'arco di tempo diverse Regioni, spinte dall'obbligo normativo di effettuare una mappatura della distribuzione del gas radon, sono giunte ad una conoscenza piuttosto dettagliata delle medie radon, dividendo il territorio in sotto unità regionali, principalmente maglie o unità amministrative. L'impianto normativo passato non ha, però, condotto a stabilire ufficialmente delle specifiche aree ad alto rischio di elevate concentrazioni radon, per la mancanza di un criterio univoco, la cui definizione era demandata a decreti attuativi, mai stati pubblicati.

Con il nuovo Decreto la situazione è mutata dato che è stato stabilito un criterio transitorio per decidere se un'area è a rischio radon oppure no: cioè le aree nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il Livello di Riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup> è pari o superiore al 15%.

In questo lavoro, basandosi sulle medie comunali, attualmente comunicate ad ISIN dai vari organi regionali competenti e dalle ARPA, è stato possibile simulare concretamente l'applicazione di tale criterio in molte Regioni. Per determinare detta percentuale occorre considerare una distribuzione dei dati che, per il radon, può ritenersi, in prima approssimazione, di tipo log-normale. Pur partendo dalla stessa base dati di misure sperimentali esistono, però, diversi approcci per calcolare detto indicatore che possono condurre a differenze sui risultati anche sostanziali, in funzione, principalmente, del disaccordo tra la distribuzione reale dei dati e l'ipotesi log-normale. Aspetti particolarmente critici sono risultati quindi la corretta stima della deviazione standard geometrica (DSG) e della media geometrica (MG), quest'ultima non sempre congruente con la media aritmetica sperimentale (MA).

Nasce quindi l'esigenza di confrontare i diversi approcci possibili e conoscere l'incertezza sugli stimatori utilizzati nei vari modelli implementati, nell'ottica di applicare il nuovo criterio stabilito dalla Legge in modo corretto e cautelativo.

## Misura diretta ed indiretta del Toron in aria con metodi spettroscopici

Carlo Sabbarese<sup>1</sup>, Fabrizio Ambrosino<sup>1</sup>, R. Buompane<sup>1</sup>, Vincenzo Roca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica e Fisica, Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Viale Lincoln 5, 81100, Caserta, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Napoli, Via Cinthia 21, Monte Sant'Angelo, 80126 Napoli, Italia

carlo.sabbarese@unicampania.it

### Abstract

La rivelazione del Toron ( $^{220}\text{Rn}$ ) in aria richiede lo sviluppo di nuove metodologie di misura e di appropriati standard per la taratura. Molti strumenti utilizzati per la misura del Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) vengono utilizzati per misurare anche il Toron, ma l'assenza di standard per la calibrazione non ne consente l'opportuna qualificazione e calibrazione. Le tecniche consolidate per la realizzazione e l'uso di atmosfere controllate di Radon non sono applicabili al Toron a causa della sua breve emivita (55.8 s). Sono necessari nuovi protocolli per la realizzazione, la caratterizzazione e la standardizzazione di sorgenti di Toron nonché di atmosfere adeguate ad effettuare delle calibrazioni. Negli ultimi anni si stanno facendo piccoli passi avanti. Noi abbiamo messo in atto delle procedure che hanno consentito di caratterizzare una sorgente di  $^{232}\text{Th}$  [1] e di creare delle atmosfere di riferimento di Toron in Camera Radon [2]. Abbiamo utilizzato camere a raccolta elettrostatica, di varie forme e dimensioni, con la rivelazione spettrometrica delle particelle alfa emesse dai discendenti del Toron ( $^{216}\text{Po}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ ,  $^{212}\text{Po}$ ) con rivelatore al silicio a barriera superficiale [3] e con fotodiiodo. L'efficienza di rivelazione del Toron dipende da quella dei discendenti che varia in base alla geometria della camera di misura. Nel contribuire allo sviluppo di un monitore di riferimento abbiamo realizzato piccole camere che consentono la misura diretta delle particelle alfa, a 6.3 MeV [4]. In esse le particelle alfa emesse dagli atomi di Toron in aria possono raggiungere il rivelatore. Il processo che avviene in tali camere è riprodotto da simulazioni con metodo Monte Carlo per ottenere una valutazione indipendente dell'efficienza. La validità e l'efficacia del metodo sono fornite dall'ottimo accordo tra i risultati delle simulazioni e quelli sperimentali ottenuti in un'atmosfera controllata [4].

1. Buompane, R., Roca, V., Sabbarese, C., De Cicco, F., Mattone, C., Pugliese, M. and Quarto, M. Realization and characterization of a  $^{220}\text{Rn}$  source for calibration purposes. *Appl. Radiat. Isot.* 81, 221-225 (2013).
2. Buompane, R., Roca, V., Sabbarese, C., Pugliese, M., Quarto, M. and Mattone, C.  $^{222}\text{Rn} + ^{220}\text{Rn}$  monitoring by alpha spectrometry. *Radiat. Prot. Dosim.* 160 (1-3), 173-176 (2014).
3. Sabbarese, C., Ambrosino, F., Buompane, R., Pugliese, M. and Roca, V. Analysis of alpha particles spectra of the Radon and Thoron progenies generated by an electrostatic collection detector using new software. *Appl. Radiat. Isot.* 122, 180-185 (2017).
4. Ambrosino, F., Roca, V., Buompane, R., Sabbarese, C. Development and calibration of a method for direct measurement of  $^{220}\text{Rn}$  (thoron) activity concentration. *Appl. Radiat. Isot.*, DOI: [10.1016/j.apradiso.2020.109310](https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109310) (2020).

### **Analisi dei dati raccolti dalla rete nazionale ISIN per le emergenze radiologiche**

Stefano Zennaro – *ISIN (Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione)*

*stefano.zennaro@isinucleare.it*

#### **Abstract**

La rete automatica per il monitoraggio di pronto – allarme della radioattività ambientale, “Rete GAMMA” dell’ISIN, rappresenta una componente fondamentale del sistema nazionale di allertamento in caso di incidente in uno degli impianti nucleari che operano oltre frontiera. La Rete GAMMA è costituita da 62 stazioni distribuite su tutto il territorio nazionale in base a criteri di uniformità spaziale e densità demografica. La distribuzione geografica, unita alla lunga serie di dati temporali disponibili, consente di evidenziare le principali fenomenologie all’origine della variazione del fondo ambientale, riconducibili sia ad eventi naturali, quali ad esempio le condizioni meteo o l’azione di schermaggio della radiazione proveniente dal terreno da parte della neve o dell’acqua piovana, sia a malfunzionamenti strumentali o eventi di altro tipo. In questa presentazione viene presentata una casistica di alcuni dei fenomeni rilevati dalla Rete GAMMA dell’ISIN ed analizzati attraverso un programma sviluppato appositamente allo scopo dall’Ufficio Coordinamento Emergenze Nucleari e Radiologiche anche ai fini della verifica dell’efficienza della strumentazione.

### **Uso di lampade germicide UVC nella prevenzione Covid-19 negli ambienti di vita e di lavoro: rischi, efficacia, criticità**

Iole Pinto<sup>1</sup>, Andrea Bogi<sup>1</sup>, Francesco Picciolo<sup>2</sup>, Roberta Pozzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Azienda USL Toscana Sud est -Laboratorio di Sanità Pubblica- Siena

<sup>2</sup>Università degli Studi di Siena Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente

<sup>3</sup>Istituto Superiore di Sanità - Centro Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale - Roma

*iole.pinto@uslsudest.toscana.it*

#### **Abstract**

La Pandemia COVID-19 dovuta al coronavirus SARS-CoV-2 sta provocando uno stato di forte allerta sanitario a livello mondiale. Di rilevante interesse è la conseguente diffusione di varie tipologie di sistemi di sanificazione. In ambito lavorativo si presentano le principali problematiche e criticità a seguito del crescente impiego di radiazione UV-C con azione germicida.

Le lampade con azione germicida impiegate tradizionalmente in ambito sanitario, per le quali è accertata l'efficacia attraverso evidenze sperimentali, sono quelle a bassa pressione e a scarica di mercurio con emissione principale a 254 nm. Grazie allo sviluppo della tecnologia LED sono state di recente sviluppate lampade con emissione UVC tipicamente nell'intervallo 260-280 nm in sistemi portatili e per un'ampia gamma di applicazioni, anche in prodotti di consumo e per uso non professionale. Le più autorevoli organizzazioni internazionali si sono recentemente espresse con toni preoccupati riguardo la diffusione e l'utilizzazione di questa tipologia di lampade da parte della popolazione.

Nell'ambito del lavoro si forniscono i principali risultati delle valutazioni condotte sui sistemi germicidi LED-UVC diffusi e reperibili in questi mesi sul mercato. Alla luce delle misurazioni effettuate è possibile trarre alcune fondamentali conclusioni:

a) A differenza delle tradizionali lampade germicide UVC a scarica di mercurio, i sistemi LED UVC, in genere, hanno bassa potenza; e solo se utilizzati a distanza di pochi centimetri sono in grado di produrre una dose germicida efficace con tempi di esposizione comparabili con quelli richiesti dalle lampade tradizionali;

b) Tutta la radiazione ultravioletta nelle sue componenti UV-A, UV-B ed UV-C è classificata dalla Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) nel Gruppo 1 degli agenti certamente cancerogeni per l'uomo. I danni indotti, soprattutto a livello degli occhi e della cute, possono avvenire con tempi molto brevi di esposizione: per questo motivo, l'utilizzazione degli UV-C con attività germicida negli ambienti di lavoro deve avvenire in assenza di personale ed effettuata da personale professionalmente formato e informato.

c) La diffusione e l'utilizzazione di questa tipologia di lampade in beni di consumo pone allerta sulla possibile sovraesposizione alla radiazione UV-C per l'utilizzatore. Inoltre i consumatori potrebbero utilizzare/maneggiare prodotti che emettono radiazione UV-C in modo inappropriato e non ottenere una disinfezione efficace.

### **Valutazione dell'influenza di irraggiamento con radiazione germicida ultravioletta UVGI sull'informazione dosimetrica di TLD**

Luisella Garlati<sup>1</sup>, Gianfranco Minchillo<sup>2</sup>, Santi Spartà<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia, Via La Masa 34, 20156 Milano*

<sup>2</sup>*European Commission, Joint Research Centre, Nuclear Decommissioning Unit, Via E. Fermi 2749, 21027 Ispra (VA)*

<sup>3</sup>*Radiation & Robotic, Via A.De Gasperi 103, 95024 Acireale (CT)*

[radiation.robotic@gmail.com](mailto:radiation.robotic@gmail.com)

#### **Abstract**

La sterilizzazione dei dosimetri utilizzati in ambito sanitario, in special modo destinati alla valutazione della dose al personale in ambiente operatorio o di terapia intensiva, è una procedura standardizzata e consolidata. La pandemia da COVID-19 ha messo in evidenza la necessità di sterilizzare i dosimetri immediatamente prima della manipolazione da parte del personale del servizio di dosimetria, a causa di possibili contaminazioni del pacco, possibili anche durante il trasporto.

Una possibile scelta è quella di conservare il collo contenente i dosimetri per un certo periodo di tempo prima della manipolazione. Per molti servizi questa opzione può tuttavia creare problemi di logistica. Una soluzione alternativa può venire dall'irraggiamento controllato a radiazione ottica germicida (UVGI), sia dell'imballaggio che dei singoli dosimetri.

Lo studio sperimentale intende stimare il contributo di dose derivante dalla esposizione a radiazione ultravioletta germicida o l'eventuale perdita di informazione conseguente a tale esposizione.

Per valutare tali effetti, un certo numero di dosimetri con elemento di rivelazione a termoluminescenza, preventivamente irraggiati con un fascio di radiazione gamma (S-Cs o S-Co) a diversi valori di dose, è stato esposto a radiazione UV prodotta con sorgenti di diversa natura (lampade a vapori di mercurio e LED), in grado di produrre diverse lunghezze d'onda, di riconosciuta efficacia germicida. Si sono utilizzati due tipologie di dosimetri: il primo, in cui tutti i cristalli TL sono schermati dal contenitore ed il secondo in cui gli elementi rivelatori sono schermati da differenti filtri, oltre ad avere un elemento non schermato (finestra).

Le esposizioni, eseguite in modo da consentire un'irradiazione omogenea su tutta la superficie dei dispositivi, sono state condotte a distanza nota tra sorgente e dosimetro e per diversi tempi di esposizione, tali da garantire l'effetto battericida. La dose somministrata è stata verificata con l'ausilio di uno spettrometro atto alla misurazione dell'irradianza nel range di interesse.

Si analizzano i risultati ottenuti e si forniscono indicazioni operative per l'utilizzo del metodo di sterilizzazione.

## Sviluppi della normativa di protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici alla luce del 5G

Alessandro Polichetti

Centro Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale, Istituto Superiore di Sanità,  
Viale Regina Elena 299, 00161, Roma

[alessandro.polichetti@iss.it](mailto:alessandro.polichetti@iss.it)

### Abstract

L'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ha recentemente pubblicato un aggiornamento delle sue linee guida per la protezione dai campi elettromagnetici a radiofrequenza (ICNIRP, 2020). Questo aggiornamento si è reso necessario anche per via di alcuni aspetti di novità della tecnologia di telefonia mobile di quinta generazione (5G) particolarmente rilevanti per quanto riguarda l'esposizione della popolazione. Uno di essi è l'utilizzo di bande di frequenza diverse rispetto a quelle attualmente utilizzate dalle tecnologie 2G, 3G e 4G: particolarmente significativo, in relazione ai rischi per la salute dei soggetti esposti, è l'utilizzo delle frequenze nella banda 27 GHz alle quali le onde elettromagnetiche vengono riflesse o assorbite a livello della pelle e degli occhi, senza penetrare all'interno del corpo. Un altro aspetto significativo del 5G è costituito dal "beamforming", con il quale il fascio emesso dalla stazione radio base viene indirizzato solo nella direzione dove è presente un utilizzatore, e non più in tutte le direzioni indipendentemente dalla presenza di dispositivi in ricezione: se da un lato grazie al beamforming l'esposizione media risulterà molto inferiore rispetto a quella dovuta alle tecnologie precedenti (aspetto significativo per eventuali, non dimostrati, effetti a lungo termine dei campi a radiofrequenza), dall'altro il segnale emesso dalla stazione radio base risulterà molto variabile sia nello spazio che nel tempo, e le rapide variazioni temporali del segnale potranno dare luogo ad esposizioni di picco più elevate anche se di durata molto breve. Tenendo presente che i limiti di esposizione fissati nelle precedenti linee guida per la protezione dagli effetti accertati, a breve termine, dei campi a radiofrequenza prevedono tempi di 6 minuti su cui mediare le esposizioni, l'ICNIRP ha affrontato il problema della tutela della salute delle persone esposte dagli effetti a breve termine che potrebbero verificarsi per esposizioni di elevata intensità e di durata inferiore a 6 minuti. Nella presente relazione le linee guida ICNIRP saranno discusse e confrontate con quanto previsto dalla normativa nazionale di protezione della salute dagli effetti a breve e a lungo termine dei campi elettromagnetici.

### Bibliografia

ICNIRP. Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys. 2020; 118(5):483-524.

## Valutazione teorica esposizione 5G e sistemi mMIMO

Marco Donald Migliore<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>DIEI, Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Via Di Biasio 43, 03043 Cassino, Italy

<sup>2</sup>ICEmB, (Inter-University National Research Center on Interactions Between Electromagnetic Fields and Biosystems), Via All'Opera Pia, 11 A, 16145 Genova GE, Italy

*mdmiglio@unicas.it*

### Abstract

Il 5G è caratterizzato da prestazioni e flessibilità ampiamente superiori rispetto alle precedenti generazioni di sistemi cellulari. Tra le numerosi soluzioni tecnologiche adottate per raggiungere tali prestazioni, una delle più importanti è l'utilizzo di antenne innovative.

Obiettivo di questo contributo è una discussione organica delle tipologie di antenne proposte per il 5G (antenna basate su "beam of grid", phased-array, Single User-MIMO, Multi-User MIMO, massive MIMO) e dell'impatto che queste tipologie di antenne hanno sulla determinazione del livello di campo elettromagnetico nell'ambiente.

Sarà inoltre brevemente discussa la struttura di segnalazione utilizzata nel 5G con particolare riferimento alla gestione dei fasci delle antenne.

Di seguito sono riportati alcuni riferimenti bibliografici, mentre il materiale multimediale che sarà utilizzato durante l'esposizione degli argomenti è disponibile e scaricabile gratuitamente dal sito:

<https://sites.google.com/unicas.it/electromagnetic-information/5g-antennas-in-a-nutshell>

Riferimenti bibliografici:

*Franci, Daniele, et al. "An experimental investigation on the impact of duplexing and beamforming techniques in field measurements of 5G signals." Electronics 9.2 (2020): 223.*

*Adda, Sara, et al. "A Theoretical and Experimental Investigation on the Measurement of the Electromagnetic Field Level Radiated by 5G Base Stations." IEEE Access (2020).*

*Migliore, Marco Donald. "Some notes on the verification of the exposure limits in 5G systems." 2019 IEEE International Symposium on Measurements & Networking (M&N). IEEE, 2019*

## Misure 5G ed estrapolazioni con tecniche vettoriali e in span zero

S. Pavoncello<sup>1</sup>, D. Franci<sup>1</sup>, E. Grillo<sup>1</sup>, S. Coltellacci<sup>1</sup>, R. Cintoli<sup>1</sup>, T. Aureli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Lazio

[settimio.pavoncello@arpalazio.gov.it](mailto:settimio.pavoncello@arpalazio.gov.it)

### Abstract

Lo sviluppo della rete 5G nella banda sub 6 GHz e nella banda delle onde millimetriche al di sopra dei 6 GHz dovrà prevedere l'utilizzo di AAS (Active Antenna Systems) che implementano il mMIMO (Massive MIMO). Tale tipologia di antenne si rende necessaria per massimizzare il guadagno nella direzione di puntamento compensando le perdite del canale radio tanto più elevate al crescere della frequenza. Tale meccanismo varierà dinamicamente nello spazio, al variare della posizione spaziale degli utenti, e nel tempo, al variare della richiesta di servizi. La variazione continua e dinamica della radiazione elettromagnetica emessa da un impianto 5G rende le misure di campo elettromagnetico fortemente dipendenti dall'istante di tempo nel quale vengono eseguite. Fondamentale, al fine di accertare una potenziale situazione di criticità ambientale, avere la possibilità di stimare il massimo valore di campo elettromagnetico misurabile in una situazione ideale di massimo carico della rete. Le formule di estrapolazione alla massima potenza, già note per le precedenti generazioni di telefonia mobile diventano dunque uno strumento di analisi fondamentale nel caso della tecnologia 5G.

Le norme tecniche riguardanti le modalità di effettuazione delle misure sui segnali 5G sono attualmente oggetto di studio da parte del Comitato Elettrotecnico Internazionale (IEC) che definirà anche quale debba essere l'approccio metodologico in materia di estrapolazione alla massima potenza. Data la complessità della tecnologia 5G e le tante novità che la caratterizzano, non esistono allo stato attuale molti studi riguardanti tale tematica. Nel presente lavoro verrà fatta una panoramica degli approcci oggetto di pubblicazione a livello internazionale, analizzando le problematiche associate all'approccio basato sull'utilizzo di analizzatori di spettro non dotati di funzioni di demodulazione 5G ("approccio non vettoriale") e quello basato sull'utilizzo di analizzatori di spettro dotati di funzioni di demodulazione ("approccio vettoriale").

Verranno inoltre descritti nel dettaglio i passaggi di una metodologia vettoriale proposta dagli autori in una recente pubblicazione e testata con soddisfazione in una campagna di misure effettuata a Roma nel mese di febbraio 2020.

## Le motivazioni della revisione della 211-7E: una panoramica sui nuovi sistemi di telecomunicazione mobile

D. Franci<sup>1</sup>, S. Coltellacci<sup>1</sup>, E. Grillo<sup>1</sup>, S. Pavoncello<sup>1</sup>, R. Cintoli<sup>1</sup>, T. Aureli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Lazio

[daniele.franci@arpalazio.gov.it](mailto:daniele.franci@arpalazio.gov.it)

### **Abstract**

L'Appendice E della Norma CEI 211-7/E è un testo di importanza capitale nell'ambito della valutazione sperimentale dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti da sistemi di telefonia mobile. Essa ha infatti introdotto per la prima volta il concetto di estrapolazione nelle misure CEM, consentendo agli operatori del settore di effettuare misure istantanee che potessero comunque essere riferite, attraverso opportune formule analitiche, al valore di campo elettrico medio generato dall'impianto durante le 24 ore giornaliere. La Norma ha anche avuto l'enorme merito di 'iniziare' un'intera generazione di tecnici alle misure vettoriali in banda stretta, contribuendo in maniera decisiva all'accrescimento delle competenze di questi ultimi in merito alle caratteristiche delle diverse generazioni dei sistemi di telecomunicazione mobile.

Al netto degli enormi meriti che si possono attribuire alla Norma CEI 211-7/E, con il tempo si è manifestata, in maniera sempre più marcata, l'esigenza di una revisione del testo che prendesse in considerazione le numerose e sfidanti innovazioni tecnologiche che hanno contraddistinto il campo della telefonia mobile nell'arco degli ultimi 10 anni. L'urgenza si è tradotta nella convocazione di uno specifico sottogruppo CEI che lavorasse ad un testo revisionato che comprendesse al suo interno tutte le novità tecnologiche emerse dall'epoca della prima pubblicazione dell'Appendice.

In questa presentazione verranno discusse le modalità di misura contenute all'interno della Norma 211-7/E per le tecnologie 'consolidate' 2G, 3G e 4G introducendo allo stesso tempo le motivazioni che hanno spinto il CEI a proporre una revisione della stessa. Verranno perciò discusse in maniera rapida le caratteristiche dei nuovi sistemi che sono stati inclusi all'interno della revisione della Norma (4G TDD, NB-IoT, 5G), che verranno approfonditi più nel dettaglio dai competenti relatori che seguiranno.

## Attività del Gruppo di Lavoro CEI “Stazioni Radio Base e IoT” sulla nuova revisione della Guida 211-7 Appendice E

Stefano D’Elia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Vodafone Italia SpA, Group Network, Mobile Access Engineering, Ivrea (TO) 10015 Italy*

*Indirizzo Email: stefano.delia@vodafone.com*

### **Abstract**

La continua evoluzione tecnologia delle telecomunicazioni comporta la necessità di un continuo monitoraggio e aggiornamento delle metodologie di misura e di calcolo dei campi elettromagnetici generati dalle Stazioni Radio Base. In Italia, le normative tecniche relative al calcolo e alla misura sono definite dal CEI, e in particolare, dal Comitato Tecnico 106, al cui interno opera il Gruppo di Lavoro “Stazioni Radio Base e IoT”, che si occupa di questi temi per tutti gli impianti delle comunicazioni mobili.

Nel corso dell’intervento saranno illustrate le principali evoluzioni tecnologiche che sono state trattate di recente all’interno del GdL: in particolare, ci si soffermerà sulle tecnologie Narrow Band IoT, LTE in banda TDD e 5G New Radio, che hanno portato ad un rapido aggiornamento delle procedure di misura dei campi elettromagnetici, e si evidenzieranno le modifiche apportate dall’ultima revisione della Guida 211-7 Appendice E rispetto al testo precedente.

## Misure in banda larga e criticità della risposta dei sensori a segnali a spettro espanso e rapidamente variabili nel tempo

*Sara Adda - Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici*

[sara.adda@arpa.piemonte.it](mailto:sara.adda@arpa.piemonte.it)

### **Abstract**

Tra le sfide che l'introduzione del 5G pone riguardo al controllo dei livelli di esposizione tramite misure, c'è anche la problematica della capacità di rilevazione di questa nuova tipologia di segnali da parte della strumentazione già in uso per la rilevazione di altri segnali per telecomunicazioni, tra cui i sensori in banda larga.

Tali sensori hanno un importante ruolo nelle misure di primo livello, e danno un'informazione sui livelli globali di esposizione. I misuratori più diffusi implementano sensori a diodo, connessi a dipoli corti, la cui risposta è normalmente caratterizzata, in fase di taratura, esponendoli a campi elettromagnetici sinusoidali, non modulati, con diversi livelli di intensità mantenuti costanti nel tempo.

Obiettivo di questo lavoro è iniziare a capire quanto le caratteristiche specifiche dei segnali delle ultime generazioni (4G e 5G) possano influire sulla risposta dei sensori a banda larga, in relazione a fattori quali l'accesso OFDM, le modulazioni (quali QPSK e QAM), la larghezza di banda, la variabilità del segnale nel tempo (dovuta non solo alle variazioni di traffico, ma anche all'uso del beamforming).

L'individuazione delle possibili criticità permette di impostare possibili metodi di test dei misuratori, e di dare indicazioni circa il computo dell'incertezza e la valutazione di specifici parametri in taratura.

## Misure su segnali TDD

E. Grillo<sup>1</sup>, D. Franci<sup>1</sup>, S. Pavoncello<sup>1</sup>, S. Coltellacci<sup>1</sup>, R. Cintoli<sup>1</sup>, T. Aureli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Lazio

[enrico.grillo@arpalazio.gov.it](mailto:enrico.grillo@arpalazio.gov.it)

### Abstract

Lo sviluppo dei sistemi 4G e 5G, nell'ambito della telefonia mobile, e la necessità di ottimizzazione delle risorse radio hanno portato ad una notevole complessità nell'analisi dei segnali LTE e 5G NR. Molto spesso ci si trova ad analizzare segnali complessi irradiati con duplexing a divisione di tempo con alternanza prestabilita delle tratte di downlink e uplink (TDD). Recentemente anche il Comitato Elettrotecnico Italiano, con l'aggiornamento della norma tecnica CEI 211-7E, ha posto particolare attenzione a questi tipi di segnali, fornendo utili indicazioni per la loro analisi e acquisizione. L'Arpa Lazio già prima dell'emanazione di tale norma si è posta il problema di analizzare in modo corretto tale tipologia di segnale con misure e acquisizioni, prima su segnali LTE TDD e successivamente su segnali 5G che nella maggior parte delle implementazioni utilizzano la Time Division Duplexing.

In questo lavoro saranno presentate le esperienze di misura effettuate da Arpa Lazio su segnali TDD, sia per la determinazione del fattore FTDC (duty cycle del segnale) mediante analisi ZERO SPAN sia per la corretta applicazione delle procedure di misura mediante analizzatore di spettro sia nel dominio della frequenza che nel dominio dei codici.

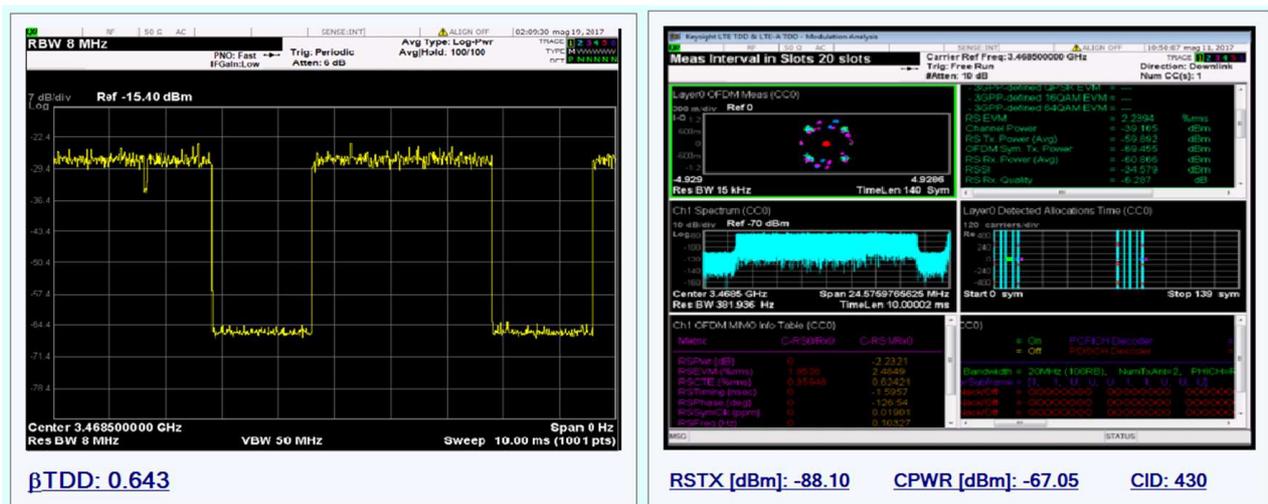


Figura 1 - Acquisizione del fattore TDC e analisi vettoriale di un segnale LTE TDD.

Una sezione finale sarà dedicata alle problematiche relative all'acquisizioni di tali segnali nell'ambito delle nuove tipologie di impianti 5G NR per le quali sono consentite un numero elevato di configurazioni per l'alternanza temporale TDD.

## Misure sui segnali NB-IoT

S. Coltellacci<sup>1</sup>, E. Grillo<sup>1</sup>, D. Franci<sup>1</sup>, S. Pavoncello<sup>1</sup>, R. Cintoli<sup>1</sup>, T. Aureli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Lazio

[stefano.coltellacci@arpalazio.gov.it](mailto:stefano.coltellacci@arpalazio.gov.it)

### Abstract

Lo NB-IoT è una tecnologia di accesso radio cellulare specificata dal 3GPP già dal 2016 nelle release 13, aggiornata nelle successive 14 e 15, per affrontare il mercato in rapida espansione della connettività a basso consumo su aree molto vaste. L'industria delle telecomunicazioni wireless sta ora stabilendo lo NB-IoT come soluzione di copertura globale che consente ai clienti, ad esempio fornitori di servizi applicativi, di distribuire e gestire i loro servizi ovunque. La tecnologia può essere implementata "in banda", utilizzando blocchi di risorse all'interno di un normale segnale LTE "ospitante" o in blocchi di risorse inutilizzati all'interno della banda di guardia di un operatore LTE o "standalone" per implementazioni in spettro libero. In Italia ha avuto un rapido dispiegamento nel corso del 2018 da parte di tutti i principali gestori nazionali sulla banda LTE 20 (800 MHz) nella modalità "in banda", ad oggi i gestori si sono spostati in banda di guardia sempre in banda LTE 20.

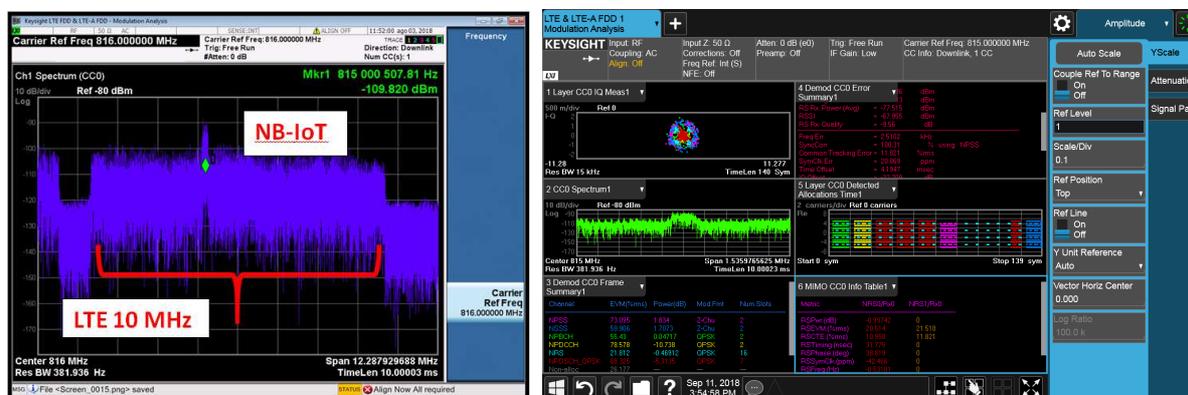


Figura 2: Rilevamento e decodifica di segnale NB-IoT "in banda" per la misura dei nRS

Il presente lavoro, continuando gli studi intrapresi da tecnici di ARPA Lazio dal 2018, si propone di analizzare le problematiche di misura a scopo radioprotezionistico questa tipologia di segnali alla luce della recente revisione della norma CEI 211-7E. Sono illustrate metodologie di rilevamento e misura con l'utilizzo di scanner di rete in complemento ad analizzatori di spettro vettoriale con decodifica NB-IoT. Avendo la possibilità di rilevare velocemente segnali NB-IoT con uno scan dello spettro e decodificando SIB e MIB si ottiene una pianificazione logistica ottimale della misura in campo in modo da efficientare le risorse per una misura dei nRS (narrowband Reference Signal) più precisa nel rispetto dei requisiti di qualità imposti. Lo studio e attenzione costante, per questa tipologia di segnali è importante per la loro caratteristica *by design* di rispettare già adesso i requisiti ed avere una numerologia di strato fisico pienamente compatibile con il ramo mMTC del 5G-NR.

### **Approfondimento sul parametro alfa\_24**

Enrica Caputo

<sup>1</sup>ARPA Piemonte, Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici. Via Pio VII 9, Torino

*e.caputo@arpa.piemonte.it*

#### **Abstract**

La normativa italiana prevede che le soglie relative al valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità siano confrontate con valori mediati sulle 24 ore: per verificare il rispetto di tali soglie è possibile eseguire una misura di campo elettrico di breve durata del solo canale di controllo ed estrapolare il valore di campo elettrico da confrontare con la soglia fissata dalla normativa.

Tale valore può essere determinato attraverso il calcolo di un coefficiente, indicato con il nome di alfa 24, desunto dall'analisi dei dati storici di potenza dell'impianto.

Il coefficiente alfa 24 esprime il rapporto tra la potenza media irradiata dall'impianto sulle 24 ore e la potenza massima di impianto, e può essere utilizzato per verificare un possibile superamento delle soglie stabilite dalla legge in caso di misure in un giorno specifico (alfa 24 day) o per la verifica di un potenziale superamento nel corso della vita dell'impianto e al variare delle condizioni di carico (alfa 24 AUT).

L'appendice E della norma CEI 211/7 fornisce le principali indicazioni sull'utilizzo di tale fattore, specificando l'intervallo dei possibili valori in funzione della tecnologia considerata (2G/3G/4G FDD/4G TDD). Saranno quindi analizzati nel dettaglio i singoli intervalli di alfa24 per ogni tecnologia e sarà presentata una possibile metodologia per il controllo degli stessi, confrontando i valori richiesti in fase di autorizzazione o forniti, in caso di misura, per un giorno specifico, con quelli previsti dalla 211/7 E.

## Stato dell'arte sull'impiego della diagnostica per immagini per il COVID19

Alessandra Palma<sup>1</sup>, Evaristo Cisbani<sup>1</sup>, Valentina Dini<sup>1</sup>, Fulvio Gasparrini<sup>2</sup>, Sveva Grande<sup>1</sup>, Antonio Orlacchio<sup>2</sup>, Antonella Rosi<sup>1</sup>, Maria Antonella Tabocchini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia

<sup>2</sup>Dipartimento Diagnostica per Immagini, Imaging Molecolare, Radiologia Interventistica e Radioterapia, Fondazione Policlinico Tor Vergata, Roma, Italia

Email: [alessandra.palma@iss.it](mailto:alessandra.palma@iss.it)

### **Abstract**

A gennaio 2020 è stato identificato dal tampone rino-faringeo di un paziente un nuovo coronavirus, denominato SARS-Cov-2 la cui relativa malattia infettiva, denominata COVID-19 dall'OMS, si è diffusa a livello pandemico. La grave emergenza che ne è conseguita ha fortemente stimolato la ricerca scientifica, al fine di fornire alle comunità gli strumenti per superare questa sfida minimizzandone gli impatti negativi. In questa direzione, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), direttamente coinvolto nella gestione dell'emergenza, ha elaborato raccomandazioni indirizzate al pubblico e agli operatori sanitari. Individuare tutti gli aspetti rilevanti e di interesse per la comunità scientifica relativi all'uso della diagnostica per immagini in ambito COVID-19 è uno degli argomenti su cui l'ISS ha ritenuto opportuno concentrare l'attenzione. L'uso dell'imaging TC si è posto fin dall'inizio della pandemia come uno strumento diagnostico paragonabile alla tecnica di elezione ovvero la Reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR). La capacità della TC di risolvere casi di falsi negativi riportati dalla RT-PCR, ha creato, soprattutto nella fase iniziale, molta confusione, fino ad ipotizzare, impropriamente, l'adozione della TC nello screening di prima linea. L'imaging TC resta comunque la tecnica diagnostica di elezione che permette, nei pazienti COVID-19, di evidenziare, tra l'altro, lesioni polmonari non visibili con altri mezzi diagnostici, di valutare la necessità di ventilazione, di individuare eventuali altre patologie e monitorarne il follow-up. In questo ambito l'ISS e la Società Italiana di Radiologia Medica (SIRM) hanno istituito un gruppo di lavoro che ha elaborato un documento [1] rivolto agli operatori e ricercatori del settore, in cui si è tentato di sintetizzare quanto emerso in letteratura nell'uso della TC nel contesto COVID-19, mettendo in guardia dagli usi non appropriati verificatisi soprattutto nella fase iniziale della pandemia.

[1] Cisbani E, Dini V, Grande S, Palma A, Rosi A, Tabocchini MA, Gasparrini F, Orlacchio A. Stato dell'arte sull'impiego della diagnostica per immagini per COVID-19. Versione del 7 luglio 2020. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020. (Rapporto ISS COVID-19 n. 55/2020). Disponibile online all'indirizzo <https://www.iss.it/rapporti-covid-19>

<https://www.iss.it/rapporti-covid-19> <https://www.iss.it/rapporti-covid-19>

## Valutazione indice di complessità e relativi livelli di riferimento per le procedure neurointerventistiche

Monica Cavallari<sup>1</sup>, Loredana D'Ercole<sup>2</sup>, Sergio Zucca<sup>3</sup>, Nicoletta Paruccini<sup>4</sup>, Elvis Lefe<sup>5</sup>, Federico Fusar<sup>6</sup>,  
Alessandra Polistena<sup>7</sup>

<sup>1</sup> U.O.C. Fisica Sanitaria Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo Pavia e Università degli Studi di Milano, Italia

<sup>2</sup> U.O.C. Fisica Sanitaria Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo Pavia, Italia

<sup>3</sup> SC Fisica Sanitaria, Azienda Ospedaliera Brotzu Cagliari, Italia

<sup>4</sup> SC Fisica Sanitaria, ASST Monza, Monza, Italia

<sup>5</sup> U.O.C. Radiologia e Neuroradiologia Diagnostica e Interventistica, Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo Pavia, Italia

<sup>6</sup> SC Neuroradiologia ed Interventistica Vascolare, Azienda Ospedaliera Brotzu Cagliari, Italia

<sup>7</sup> Università degli Studi Milano Bicocca, Italia

Indirizzo e-mail del presentatore: monica.cavallari@unimi.it

### Abstract

In base alla complessità dell'intervento, le procedure neuro interventistiche richiedono prolungate esposizioni ad alta dose che possono aumentare notevolmente l'esposizione del paziente. Al fine di approfondire la relazione tra complessità ed esposizione, tre centri italiani hanno analizzato retrospettivamente i dati relativi alle procedure di angiografia cerebrale, embolizzazione di aneurisma cerebrale e di trombectomia meccanica per il trattamento dell'ictus. Per ogni paziente sono state raccolte informazioni quali sesso e età, i parametri dosimetrici (tempo di fluoroscopia, KAP e Ka,ref e numero di immagini), e i parametri clinici relativi alla procedura.

Lo scopo è individuare quali variabili cliniche possono influenzare significativamente l'esposizione del paziente, definire un indice di complessità mostrando come utilizzare questo indice per definire dei LDR legati alla complessità dell'intervento.

Nel documento Rapporti ISTISAN 17/33 si riportano valori di LDR proposti a livello nazionale per le procedure di angiografia cerebrale e di embolizzazione di aneurismi cerebrali ma non per il trattamento dell'ictus mediante trombectomia meccanica (in Italia vi sono molti Ospedali individuati come centri di riferimento per l'ICTUS). L'interesse è quindi definire dei livelli di riferimento locali in relazione alla complessità dell'intervento in assenza di dati specifici nazionali.

## **Dose al Paziente e Qualità immagine: nuovi approcci per la valutazione della qualità immagine**

Raffaele Villa<sup>1</sup>, Nicoletta Paruccini<sup>1</sup>, Elena De Ponti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Struttura Complessa di Fisica Sanitaria, ASST Monza, Monza, Italia*

*raffaele.vill@gmail.com*

### **Abstract**

Il processo di ottimizzazione della dose negli esami radiologici deve essere associato ad una valutazione dei parametri di qualità dell'immagine clinica. L'avvento di tecnologie, quali gli algoritmi di ricostruzione iterativa dell'immagine via via più complessi e i filtri di post processing multi scaling, hanno reso necessaria l'introduzione di nuovi approcci per la valutazione dell'Image Quality.

Considerando le metriche tradizionali per la definizione della qualità immagine, una delle più significative novità è ad esempio l'introduzione della Target Transfer Function (TTF) in sostituzione della MTF; la TTF è in grado di misurare la risoluzione spaziale di oggetti di diversa densità, caratterizzando al meglio le specifiche caratteristiche del protocollo studiato.

La caratterizzazione delle proprietà fisiche delle immagini come il rumore, il contrasto e la risoluzione spaziale non è in grado di descrivere completamente il processo di percezione dell'immagine da parte del medico radiologo. A tal fine sono stati introdotti gli osservatori matematici; essi permettono di simulare la percezione, da parte di un osservatore, della qualità immagine nel suo complesso rispetto ad uno specifico Task clinico, come ad esempio l'identificazione di una lesione o la discriminazione corretta della forma di un dettaglio.

Infine la generalizzazione di questi metodi, in particolare passando da un approccio bidimensionale ad uno tridimensionale e da un'analisi statica ad una dinamica delle immagini, permette una migliore descrizione e caratterizzazione dei protocolli clinici, colmando i limiti evidenziati dalle metodiche tradizionali.

### Valutazione della performance di un sistema diagnostico

Gaetano Compagnone<sup>1</sup>, Sara Domenichelli<sup>1</sup>, Luisa Pierotti<sup>1</sup>, Silvia Strolin<sup>1</sup>, Lidia Strigari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UO Fisica Sanitaria, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Bologna, Via Massarenti 9, 40138 Bologna, Italy

*gaetano.compagnone@aosp.bo.it*

#### Abstract

Nella lotta alla pandemia Covid-19 che ha devastato il mondo negli ultimi mesi, un ruolo fondamentale è stato giocato dalle apparecchiature radiologiche, dalle più semplici (portatili per grafia) alle più complesse (TC). In questo frangente si sono spesso usati termini come "falsi negativi", "accuratezza" della diagnosi ed altri ad essi correlati: pertanto in questo lavoro ci si propone di descrivere brevemente la statistica che è alla base della valutazione della performance di un "sistema diagnostico", ove con questo termine si intende nella fattispecie l'insieme della tecnica per la produzione di una "informazione" (ad esempio: "immagine radiologica") e dell'osservatore che ne interpreta il contenuto informativo.

Come possiamo misurare la qualità dell'informazione diagnostica e della decisione ad essa associata? Per rispondere a questa domanda è necessario innanzitutto correlare il risultato del test diagnostico (che in prima battuta possiamo considerare per semplicità binario: positivo/negativo) con lo stato reale ("gold standard"), quindi si devono definire alcuni parametri statistici che discendono da tale classificazione: accuratezza, sensibilità, specificità, incidenza di falsi positivi e di falsi negativi, valore predittivo positivo e negativo, errori di 1° tipo ( $\alpha$ ) e di 2° tipo ( $\beta$ ). In questo lavoro, dopo aver descritto tali indicatori, si useranno tramite alcuni esempi tratti dalla letteratura le probabilità a priori ed a posteriori per arrivare all'enunciazione del teorema di Bayes e quindi all'introduzione delle basi statistiche su cui si fonda l'utilizzo delle curve ROC (Receiver Operating Characteristics): la misura dell'area  $A_z$  sottesa da queste curve ci aiuta a capire qual è la prestazione migliore. Infine, dopo aver esaminato i vantaggi ed i limiti di tale metodologia, si accennerà ad alcuni sviluppi di questa tecnica di valutazione della performance di un sistema diagnostico: curve FROC (Free-response ROC), curve AFROC (Alternative Free-response ROC), analisi a scelta forzata ad alternative multiple (che essenzialmente è un raffinamento delle curve contrasto-dettaglio basato sul modello di Rose).

In conclusione, la tecnica statistica delle curve ROC e quelle da questa derivate si possono applicare a molte specializzazioni mediche (Radiologia, Medicina Nucleare, Radioterapia, Oncologia, ...): pur non essendo una metodologia perfetta, resta comunque uno degli strumenti migliori con cui si possono effettuare valutazioni e confronti di performance diagnostica ed anche terapeutica.

## Radiation protection challenges during Covid-19 emergency

Claire-Louise Chapple

*Newcastle upon Tyne Hospitals NHS Foundation Trust*

[Claire-louise.chapple@nhs.net](mailto:Claire-louise.chapple@nhs.net)

### **Abstract**

The Covid-19 pandemic has affected people in all walks of life, but nowhere more so than within our hospitals. In this presentation, the impact of COVID-19 on medical physics departments in the UK will be discussed, focussing particularly on radiation protection challenges. This will include an overview of the UK National Health Service response to the pandemic, including the rapid establishment of new 'Nightingale' hospitals around the country, and details of the local approach taken to ensure the safety of both patients and staff as x-ray equipment has proliferated and its mode of use changed. It will also consider the national guidance and adjustments made in respect of legislative compliance and some of the wider involvement of medical physics in handling the crisis.

### **Recenti sviluppi nella valutazione di dose interna: modelli, raccomandazioni e linee guida**

Augusto Giussani

<sup>1</sup>BfS – Federal Office for Radiation Protection, Medical and Occupational Radiation Protection, Ingolstädter Landstr, 1, 85764 Neuherberg,

*agiussani@bfs.de*

#### **Abstract**

La peculiarità nella valutazione della dose a seguito di incorporazione di radionuclidi è la necessità di disporre di modelli matematici per il suo calcolo, in quanto questa grandezza non può essere misurata direttamente. Questi modelli evolvono continuamente sia per l'avanzamento delle conoscenze specifiche sia per gli sviluppi nelle potenzialità degli strumenti di calcolo a disposizione. Anche le raccomandazioni internazionali e gli strumenti legislativi vengono continuamente aggiornati. Per esempio le raccomandazioni della Commissione Internazionale di Radioprotezione ICRP del 2007 (Pubblicazione 103) hanno introdotto diverse novità negli algoritmi e nei valori di riferimento usati per il calcolo della dose efficace. Molte di queste novità sono state adottate più o meno esplicitamente nella direttiva europea 2013/59/EURATOM e, di conseguenza, nelle legislazioni nazionali. Sempre l'ICRP ha di recente adottato nuovi modelli voxel, e nella serie di pubblicazioni sulle esposizioni lavorative (OIR Report Series) si è sono inoltre aggiornati i modelli biocinetici che descrivono la distribuzione nel corpo dei radionuclidi incorporati. L'approccio compartimentale è stato applicato anche al calcolo della dose per incorporazione di radon e dei suoi prodotti di decadimento. Per quanto riguarda la implementazione di programmi di monitoraggio in ambito lavorativo e il relativo calcolo di dose a seguito di incorporazione, nel 2011 veniva pubblicata la norma ISO 27048 sulle modalità di valutazione di dose interna in condizioni di routine, il gruppo di lavoro sulla dosimetria interna di EURADOS (EUropean RAdiation DOSimetry Group) aggiornava nel 2013 le linee guida IDEAS, mentre la Commissione Europea pubblicava nel 2018 le raccomandazioni tecniche per il monitoraggio della contaminazione interna (documento RP 188). Attualmente l'ICRP sta lavorando all'aggiornamento dei documenti sulle esposizioni della popolazione e sulle esposizioni dei pazienti in medicina nucleare.

La presentazione darà una panoramica sui nuovi documenti e strumenti a disposizione per la valutazione della dose interna, e sugli impatti della loro applicazione.

## Recenti sviluppi della dosimetria a gel di Fricke

Salvatore Gallo<sup>1</sup>, Cristina Lenardi<sup>1</sup>, Ivan Veronese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica - Università di Milano e INFN sez. di Milano, via G. Celoria 16 - 20133 Milano

Indirizzo e-mail del presentatore: salvatore.gallo@unimi.it

### Abstract

Oggetto di questo intervento al Congresso sono i recenti sviluppi dei dosimetri a gel di tipo Fricke (FG). Questi sono costituiti da una matrice idrogelica all'interno della quale è dispersa la "soluzione di Fricke" e si basano sull'ossidazione degli ioni ferrosi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) in ferrici ( $\text{Fe}^{3+}$ ) a seguito di esposizione a radiazioni ionizzanti. Anche se questi materiali riescono a restituire una mappatura 3D della distribuzione di dose, non hanno trovato largo impiego in ambito clinico in quanto soffrono il problema dell'auto-ossidazione e della diffusione degli ioni ferrosi e ferrici all'interno della matrice con la conseguente degradazione dell'informazione dosimetrica spaziale nel tempo.

Negli ultimi anni, nuove formulazioni di FG basate su matrici idrogeliche di alcool polivinilico (PVA) reticolato con la glutaraldeide (GTA) hanno mostrato una notevole diminuzione dei limiti che interessano gli FG ottenuti con le matrici tradizionali [1,2].

Qui verranno presentati i recenti sviluppi gel di Fricke a base di PVA e GTA (PVA-GTA-FG) condotti presso l'Università degli Studi di Milano e in sinergia con diverse strutture ospedaliere [3,4]. Ruolo chiave ha avuto l'utilizzo di un PVA commerciale (Mowiol®) che ha permesso di ottimizzare le procedure di realizzazione di gel. Il Mowiol® ha costi ridotti e contiene meno impurezze del PVA fino ad ora utilizzato [2]. Questo si discioglie in acqua in 30 minuti a 70°C senza utilizzo di apparecchiature costose e non sempre reperibili in laboratorio. Sono state studiate le proprietà dosimetriche dei PVA-GTA-FG: riproducibilità, risposta alla dose, dipendenza dal rateo di dose e dall'energia del fascio, diffusività, dipendenza della risposta dosimetrica sia alla temperatura di irraggiamento che alle variazioni di temperatura che possono verificarsi tra la fase di irraggiamento e quella di lettura. Tutte queste proprietà sono state studiate tramite misure MRI e assorbanza ottica.

I PVA-GTA-FG hanno risposta ottica lineare nell'intervallo di dose 0.5-15 Gy, un'ottima tessuto-equivalenza radiologica e sono caratterizzati da una risposta indipendente sia dall'energia che dal rateo di dose negli intervalli studiati [3]. La matrice PVA-GTA ha un coefficiente di diffusione degli ioni ferrici circa 3 volte inferiori a quelle osservate nelle matrici in gel naturale. Questi campioni non hanno mostrato alcuna dipendenza significativa della sensibilità alla temperatura di irraggiamento nell'intervallo investigato 20°C-35°C. Al contrario, i fenomeni di auto-ossidazione si sono confermati un aspetto critico per i dosimetri FG, anche in caso di utilizzo di matrice di PVA-GTA [4].

Attualmente sono in corso studi sia per ottimizzare le procedure di acquisizione con Tecniche MRI per la valutazione 3D della dose che per migliorare le proprietà della matrice modificandone il contenuto al fine di migliorare ulteriormente le caratteristiche dosimetriche di questi materiali.

<sup>1</sup>F. d'Errico et al., *Radiation Measurements* (2017) 10.1016/j.radmeas.2017.07.003.

<sup>2</sup>L. Lazzeri et al., *Physics in Medicine & Biology* (2019) 10.1088/1361-6560/ab135c.

<sup>3</sup>S. Gallo et al., *Journal of Physics D: Applied Physics* (2019) 10.1088/1361-6463/ab08d0.

<sup>4</sup>S. Gallo et al., *Journal of Physics D: Applied Physics* (2020) 10.1088/1361-6463/ab9265.

## Development, characterization and optimization of solid-state microdosimeters fabricated with 3D silicon sensor technology

Marco Povoli<sup>1</sup>, Angela Kok<sup>1</sup>, Anand Summanwar<sup>1</sup>, Linh Tran<sup>2</sup>, Anatoly Rosenfeld<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SINTEF MiNaLab, Gaustadalleen 23C, Oslo, Norway

<sup>2</sup>Centre for Medical Radiation Physics, University of Wollongong, Australia

marco.povoli@sintef.no

### Abstract

Recent innovative advancements in both nuclear science and medical technology, have sparked the needs of a new generation of sensors and instrumentation in many application fields, spanning from scientific experiments, space travel, to novel cancer treatments. In particle therapy and radiation monitoring in space, a new generation of sensors and instruments must reliably monitor the radiation exposure and predict the radiobiological effectiveness (RBE) in human bodies. Such measurement and prediction can be achieved using Microdosimetry by providing the stochastic lineal energy deposited in a micrometric sensitive volume (SV). Each SV, and thus the active volume of a radiation sensor must be comparable to the dimensions of a biological cell. A new type of Silicon-based microdosimeters has recently been fabricated using '3D technology', providing true cell-like SVs that are fully encapsulated by a 3-dimensional through-substrate electrode (fig. 1). The unique geometry has been made feasible using modern micromachining techniques in combination with standard radiation detector fabrication procedure. This brings forth challenges in achieving reliability, consistency, and high yield. This presentation will describe the technological evolution of these devices and will review the challenges encountered in several prototype runs completed at SINTEF. The discussion will deliver a full technological review that aims at a delivering a future technology plan at with a high yield throughput. The key validation results using handheld radioactive sources and particle beams will also be discussed.

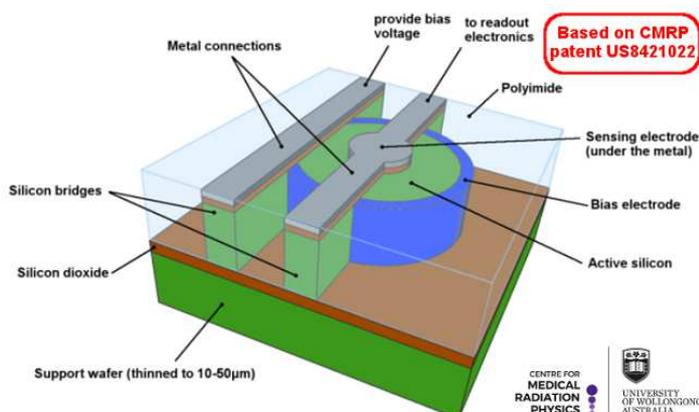


Figure 1. Representation of a single sensitive volume part of a 3D microdosimeter

## Metodi dosimetrici innovativi per una rapida valutazione dell'esposizione individuale in situazioni di emergenza radiologica: il progetto *BioPhyMeTRE*

*Antonella Testa*<sup>1</sup>, *Clarice Patrono*<sup>1</sup>, *Valentina Palma*<sup>1</sup>, *Laura Kenzhina*<sup>2</sup>, *Mamyrbayeva Aygul*<sup>2</sup>, *Dina Biyakhmetova*<sup>2</sup>, *Fail Zhamaldinov*<sup>2</sup>, *Emanuela Bortolin*<sup>3</sup>, *Sara Della Monaca*<sup>3</sup>, *Paola Fattibene*<sup>3</sup>, *Maria Cristina Quattrini*<sup>3</sup>, *Nadica Maltar Strmecki*<sup>4</sup>, *Ina Erceg*<sup>4</sup>, *Maja Vojnič-Kortmiš*<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ENEA Casaccia, Via Anguillarese 301; 00123 Rome, Italy

<sup>2</sup>Institute of Radiation Safety and Ecology of National Nuclear centre of Kazakhstan; Kazakhstan

<sup>3</sup>Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299; 00161 Rome, Italy

<sup>4</sup>Ruder Boskovic Institute; 10000 Zagreb, Croatia

Presenting author: Antonella Testa email: [antonella.testa@enea.it](mailto:antonella.testa@enea.it)

### **Abstract**

Il progetto intitolato "Novel biological and physical methods for triage in radiological and nuclear (R/N) emergencies" (*BioPhyMeTRE*) è stato recentemente approvato nell'ambito del programma *Science for Peace and Security (SPS)* della NATO nella sezione *Emerging Security Challenges Division*. Il progetto si concentra su metodiche biologiche e fisiche innovative per un rapido screening/triage di potenziali vittime, attraverso procedure e dispositivi analitici poco costosi e di facile utilizzo.

Il metodo biologico proposto combina le due metodiche di dosimetria biologica maggiormente standardizzate (test dei dicentrici e micronuclei) in un'unica procedura.

Il metodo fisico si focalizza sull'uso di un mini lettore di foto-luminescenza portatile a basso costo per la valutazione della dose individuale attraverso l'utilizzo di oggetti personali. Entrambi i metodi saranno validati attraverso creazione di curve di calibrazione ed esercizi di inter-confronto tra laboratori, al fine di verificarne la riproducibilità e il potenziale utilizzo per un triage in casi di emergenza radiologica e nucleare (R/N) su larga scala. I due metodi proposti, qualora correttamente validati, potrebbero rappresentare strumenti utili per la categorizzazione di soggetti sovraesposti a radiazioni ionizzanti.

Il progetto *BioPhyMeTRE*, coordinato dall'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), coinvolge l'Istituto per la Sicurezza e l'Ecologia delle Radiazioni (IRSE) del Centro Nazionale Nucleare del Kazakhstan, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e l'Istituto Ruđer Bošković (RBI) in Croazia.

Note: il progetto *BioPhyMeTRE* è finanziato dal programma NATO *Science for Peace and Security (SPS)* (grant G5684)

### **La misura della radioattività con gli Smartphone: raccomandazioni per l'uso da parte della popolazione nelle emergenze radiologiche**

<sup>1</sup>Sara Della Monaca, <sup>1</sup>Cinzia De Angelis, <sup>1</sup>Cristina Nuccetelli, <sup>1</sup>Paola Fattibene

<sup>1</sup>Istituto Superiore di Sanità, viale Regina Elena, 299 - Roma

[sara.dellamonaca@iss.it](mailto:sara.dellamonaca@iss.it)

#### **Abstract**

Il progetto SHAMISEN SINGS, finanziato nell'ambito della call europea CONCERT 2017, è iniziato a ottobre 2017 ed è terminato a maggio 2020. Il progetto aveva lo scopo di migliorare la partecipazione dei cittadini nella preparazione e nella *recovery* dopo un incidente radiologico o nucleare, mediante i nuovi strumenti e le nuove applicazioni (app) per dispositivi mobili che permettono la raccolta dati di misure di radiazione e di indicatori di salute e benessere.

Nella prima fase del progetto, mediante un'analisi critica della letteratura e dei contenuti rintracciabili in internet, è stata condotta un'attività di indagine su app e tecnologie già esistenti per le auto misurazioni di rateo di dose da parte dei cittadini. In seguito, sono stati effettuati test sperimentali in laboratorio e nella vita reale. Questa analisi ha permesso la definizione di criteri per la valutazione della qualità del dispositivo o delle app, come l'accuratezza e la riproducibilità dei dati, l'accessibilità e la facilità d'uso.

I risultati ottenuti hanno reso possibile la stesura di linee guida e raccomandazioni rivolte alla popolazione, agli sviluppatori di app e alle pubbliche autorità per un corretto utilizzo, sviluppo e gestione delle applicazioni per il monitoraggio dei livelli di radiazione in caso di incidente nucleare o radiologico.

Tutte le raccomandazioni sono state raccolte in un booklet. Inoltre, per il pubblico sono anche stati creati un'infografica e un videotutorial contenenti semplici operazioni per utilizzare correttamente le applicazioni già scaricabili su smartphone.

#### *Ringraziamenti e finanziamenti*

Questo lavoro riporta i risultati delle attività svolte nell'ambito del Work Package 2 del progetto Shamisen Sings. Gli autori riconoscono il contributo indispensabile dato dai partner di tale WP. Questo lavoro è stato finanziato dalla UE con il progetto SHAMISEN SINGS promosso nello European Joint Programme CONCERT (H2020 - contratto N. 662287).

### **Monitoraggio dei livelli di radiazione mediante telefoni cellulari**

Francesco d'Errico<sup>1</sup>, Gordon A. Druker<sup>2</sup>, Andrea Chierici<sup>1</sup>, Riccardo Ciolini<sup>1</sup>, Andrea Malizia<sup>3</sup>,  
Raffaele Zagarella<sup>4</sup>, Eric P. Rubenstein<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Scuola di Ingegneria, Università di Pisa*

<sup>2</sup> *Image Insight Inc., East Hartford, CT – USA*

<sup>3</sup> *Scuola di Ingegneria, Università di Tor Vergata, Roma*

<sup>4</sup> *Centro Interforze Studi Applicazioni Militari, San Piero a Grado, Pisa*

*francesco.derrico@ing.unipi.it*

#### **Abstract**

Questa relazione illustra una tecnologia denominata GammaPix che utilizza le videocamere digitali come rivelatori di radiazioni ionizzanti penetranti. Nato dalla necessità di eliminare segnali spuri indotti dai raggi cosmici nelle immagini dei corpi celesti, l'approccio si è rivelato un metodo potente in grado di fornire un monitoraggio distribuito, capillare e a basso costo delle radiazioni. La tecnologia impiega la sensibilità intrinseca ai raggi gamma dei chip CCD e CMOS utilizzati nei sensori di immagine digitali delle videocamere di sorveglianza e delle fotocamere dei telefoni cellulari. Si descrive la risposta in funzione dell'energia dei fotoni, della dose e del rateo di dose di alcuni telefoni cellulari, nonché alcune applicazioni mediche in corso di sviluppo. Infine si descrive una variante della tecnologia che fa uso dei telefoni cellulari come sensori virtuali di sorgenti virtuali posizionate in siti a scelta usando Google Maps. Tale tecnologia consente l'esecuzione di esercitazioni simulate ed è concepita per l'addestramento delle forze di pronto intervento.