



**Associazione Nazionale  
FISICA e APPLICAZIONI**

**1° CONGRESSO NAZIONALE  
Auditorium ISPRA - Roma, via Curtatone 7**

**QUADERNO DEGLI ABSTRACT**

## INDICE

Autore	Titolo	Sett	Pag
Grasso Salvatore	La mia esperienza di Fisico Professionista nel settore delle Energie Rinnovabili	a	4
Petraglia Antonio	Energia e ambiente al DSA-SUN di Caserta	a	5
Di Carlo Federico	Nuovi approcci per Condizionamento dei Data Centre	a	6
Sara Giordani	Trasferimento tecnologico. Il triangolo: Tecnologia, Proprietà Intellettuale e Business	a	7

D'Amico Sergio	Inquinamento luminoso: risparmio energetico, controllo ambientale, opportunità professionali.	b	9
De Tomasi Vittorio	Il ruolo dei fisici nel mondo della ricerca petrolifera	b	10
Spogli Luca	Il monitoraggio e lo studio delle scintillazioni ionosferiche come supporto ai sistemi di posizionamento e navigazione satellitare	b	12
Zambelli Giacomo	Presenza di materiale contaminato da radionuclidi nei rifiuti urbani	b	13
Zambelli Giacomo	Monitoraggio e gestione del contenuto di radionuclidi naturali (norm/tenorm) e artificiali nei rifiuti speciali conferiti presso gli impianti di smaltimento finale di Ravenna	b	14

Chiatti Leonardo	Rischio NIR in fisioterapia; descrizione di un work in progress	c	16
Ricci Alessandra 1	Calcolo della attività da somministrare nella radioterapia dell' ipertiroidismo	c	17
Ricci Alessandra 2	Verifica della accuratezza della centratura e marginazione della exeresi	c	18
Ricci Alessandra 3	Determinazione di parametri di captazione dei nuclei della base da esame datscan	c	20
Trivisonne Silvia 1	Postprocessing in mammografia digitale: è opportuno il commissioning nella acquisizione di nuovi sistemi?	c	21
Trivisonne Silvia 2	Dose e qualità dell'immagine in mammografia cr: proposta di nuove qualità del fascio	c	22

**Settore a): fisica industriale, dei materiali e Tecnologie dell'informazione**

## ***La mia esperienza di Fisico Professionista nel settore delle Energie Rinnovabili***

Salvatore Grasso - Italian Vento Power Corporation - IVPC Avellino

L'industria moderna ha fortemente bisogno della nuova professionalità del Fisico il quale, superato oramai l'anacronistico luogo comune del "fisico=scienziato", si propone come figura chiave di ampio respiro in tutti quei settori dove l'attuale contesto economico produttivo richiede una spiccata capacità di gestire l'evoluzione tecnologica e l'abilità al cambiamento. Il Fisico Professionista, affiancandosi in lavoro di team con i manager ed i tecnici tradizionalmente presenti nelle Aziende, porta come valore aggiunto non solo la già riconosciuta capacità di impostare e condurre processi di ricerca e sviluppo, ma anche quella di gestire sistemi complessi distinguendo gli aspetti primari su cui l'Azienda deve focalizzare le proprie strategie da quelli secondari e trascurabili.

Il mondo delle energie rinnovabili e dello sviluppo ecosostenibile, per la grande quantità di variabili in gioco e per la continua evoluzione che sta avendo in questi ultimi anni, è certamente uno degli scenari di lavoro più idonei alla presenza del Fisico, insieme con tutte le tematiche correlate, quali ad esempio l'efficienza energetica e la gestione di sistemi qualità/ambiente/sicurezza.

Nel presente intervento, riporto la mia esperienza personale di Fisico, inizialmente avviato alla carriera della ricerca universitaria, che ha voluto rimettersi in discussione affrontando il mondo delle imprese in una delle principali società italiane di energia eolica. In particolare, racconto le attività che ho svolto, alcune più vicine ad un ruolo tecnico-scientifico, altre più recenti di tipo manageriale ed organizzativo, e provo a mettere in risalto quali sono stati i punti di forza che ritengo di aver avuto in virtù della mia preparazione universitaria, e quali le difficoltà che ho affrontato a causa di un profilo di laurea che a mio avviso resta ancora troppo distante dal mondo delle imprese e delle professioni.

## ***Energia e ambiente al DSA-SUN di Caserta***

*Carmine Lubritto, Antonio Petraglia, Carmela Vetromile, Roberto Formosi, Antonio D'Onofrio*

*Seconda Università di Napoli (SUN), Dipartimento di Scienze Ambientali (DSA), Via Vivaldi, 43, I-81100 Caserta, Italy.*

Nella presentazione vengono mostrate le attività svolte negli ultimi anni dal Gruppo Energia del DSA-SUN nelle quali vengono integrati gli aspetti di ricerca tipici di una struttura universitaria, con quelli professionali che vengono richiesti dalle imprese e dagli enti pubblici. In questo ambito il gruppo ha, infatti, partecipato alla stesura dei piani energetici per alcuni enti locali (province di Caserta e Napoli, comuni, ecc.) ed effettuato analisi e studi di fattibilità per interventi di carattere energetico (risparmio, fonti energetiche rinnovabili (FER), ecc.) integrandole con la modellazione ed il calcolo delle emissioni di inquinanti.

Nell'ambito delle attività di ricerca, particolare importanza assume il progetto, svolto in collaborazione con l'ISPRA e coi gestori italiani di telefonia mobile, che ha riguardato l'analisi degli aspetti energetici e ambientali degli impianti di radio-telecomunicazione, mettendone a fuoco i punti critici ed i possibili scenari di risparmio energetico e di applicazione di FER. I consumi di circa cento stazioni radio base per la telefonia mobile sono stati monitorati per un totale di oltre mille giorni di monitoraggio, mettendoli in relazione con i parametri ambientali, elettrici e logistici delle stazioni stesse. E' stato possibile concludere che i consumi energetici di ogni stazione per le radio telecomunicazioni mobili sono equiparabili a quelli di 10 famiglie; in tal modo si son potute individuare le migliori aree di intervento per il risparmio energetico ed il miglioramento ambientale: climatizzazione degli impianti, ottimizzazione degli algoritmi di trasmissione, utilizzo di fonti rinnovabili.

Altro progetto di ricerca applicata e sviluppo pre-competitivo in ambito energetico-ambientale, condotto in collaborazione e con co-finanziamenti di aziende del settore e, realizzato in collaborazione con gruppi di ingegneri del Dipartimento di Ingegneria Aeronautica e Meccanica della SUN, ha come obiettivo la produzione di idrogeno da biomassa (reflui zootecnici) per il suo utilizzo in miscele idrogeno-metano. Si tratta di individuare le migliori condizioni di processo per ottenere una percentuale significativa di idrogeno dal processo di fermentazione. Sono, inoltre, in corso studi e ricerche relativi ai sistemi di monitoraggio in campo e strumenti statistici di analisi dei fattori che influenzano maggiormente la produzione ed il rendimento degli impianti fotovoltaici e ai sistemi di "storage" dell'energia elettrica prodotta da FER (progetti PRIST di Ateneo).

Nel campo del controllo dei campi elettromagnetici (CEM) non ionizzanti, il gruppo, presente da un decennio nel settore, ha pianificato e messo a punto vari sistemi integrati di monitoraggio, sia in modalità spot che in continuo nel tempo, in contesti tipicamente urbani, raccogliendo dati, fornendo consulenza sia ai gestori che agli enti pubblici, studiando e proponendo soluzioni nel caso di livelli critici di CEM e di alta percezione del rischio da parte della popolazione.

## *Nuovi approcci per Condizionamento dei Data Centre*

Federico Di Carlo

TIS - Telecom Italia Sparkle - Technical Infrastructures

Il requisito fondamentale di ogni Data Center, rappresentato dalla garanzia di continuità del servizio, si ottiene anche grazie alla progettazione e implementazione di sistemi di condizionamento sicuri e ridondanti.

Lo sviluppo tecnologico ci ha arricchito con numerose risorse e soluzioni, la vera sfida consiste nell'utilizzo efficiente delle risorse disponibili.

E' stato stimato che l'energia consumata annualmente dai Data Center di tutto il mondo rappresenta il 2% del totale consumo mondiale, con un tasso di crescita del 20% all'anno. L'energia che si utilizza per far funzionare i server è circa uguale a quella che si utilizza per il loro raffreddamento.

L'obiettivo è quindi quello di ottimizzare il funzionamento di tale infrastruttura, riducendo i consumi, massimizzando l'efficacia e diminuendo al minimo le emissioni di CO<sub>2</sub>.

Perché il sistema di raffreddamento garantisca un'elevata flessibilità ed un significativo miglioramento degli indici energetici è necessaria una struttura che presenti una notevole efficienza, non solo ai carichi nominali, ma anche a carichi parziali, mediante il controllo dinamico e integrato delle risorse.

Il "percorso" allegato è frutto di una raccolta di dati e di best practice su realizzazioni già eseguite dalla Multinazionale Schneider.

## ***Trasferimento tecnologico. Il triangolo: Tecnologia, Proprietà Intellettuale e Business***

Sara Giordani - TTP Lab, Technology Transfer Program & Laboratory / Studio Giordani – Mantiero, Piazza Matteotti 17 – 36100 Vicenza -sara.giordani@ttplab.com

Il concetto di trasferimento tecnologico viene alla ribalta con l'avvento di due paradigmi: la cosiddetta economia della conoscenza e l'approccio all'innovazione aperta, meglio nota come "Open Innovation".

Col primo paradigma si individua nei beni intangibili (tra cui spiccano conoscenze, ricerca, tecnologie, proprietà intellettuale...) il motore dello sviluppo, della sostenibilità e della crescita economica delle imprese. Dall'analisi del patrimonio delle imprese, in questa prospettiva, emerge che una rilevante porzione di valore delle imprese è associata agli "intangibles".

Il secondo paradigma si traduce nella condizione che le aziende tecnologiche e/o innovative in genere non si affidano più unicamente alle proprie risorse e competenze interne, ma acquisiscono tali informazioni da fonti esterne per sviluppare nuovi processi/ nuovi prodotti (e anche portafogli brevetti più robusti).

Trasferimento tecnologico significa collocare beni intangibili che coinvolgono aspetti di innovazione tecnologica in una condizione ottimale per creare valore economico (valore economico, non solo e necessariamente monetario!)

Trasferire l'innovazione al mercato nella prospettiva di creare valore riguarda le strategie tecnologiche, di Proprietà Industriale e di business... E le 3 sono collegate.

L'esame dello stato della tecnica e delle traiettorie tecnologiche è spesso chiaro, come è chiara la necessità di individuare parametri di creazione di valore economico nell'ambito di un piano di business. Tipicamente meno evidente è il ruolo della Proprietà Industriale: Perché interessa la gestione della Proprietà Industriale? Tra gli altri motivi, perché essa rappresenta il veicolo per un ritorno economico sull'investimento, uno strumento per impedire a terzi di beneficiare dello sforzo creativo, inventivo, di ricerca e sviluppo, un deterrente per scoraggiare potenziali contraffattori/ imitatori, la possibilità di trasformare idee in beni economici e attivare fonti di reddito addizionali, una leva per attrarre investimenti, il prodotto "conoscenza codificata" cara al Trasferimento Tecnologico.

**Settore b) fisica della Terra, dell'ambiente e del territorio**



*Inquinamento luminoso: risparmio energetico, controllo ambientale, opportunità professionali.*

Sergio D'Amico, Lecce , [micromegas@libero.it](mailto:micromegas@libero.it)

**Abstract:**

Nel presente intervento, si offre una definizione del fenomeno dell'inquinamento luminoso, e la descrizione della sua natura fisica, relativamente agli aspetti dell'origine e delle modalità di diffusione nell'atmosfera. Si mettono, altresì, in evidenza gli effetti negativi sull'ambiente naturale e sulla salute umana. Si evidenziano i vantaggi derivanti dalla limitazione di questo fenomeno, sia dal punto di vista del risparmio energetico, che da quello delle emissioni di gas serra in atmosfera. Infine, si analizzano gli ambiti professionali nei quali il Fisico può operare: energy management, controllo e monitoraggio ambientale, modellistica, didattica e formazione professionale.

## *Il ruolo dei fisici nel mondo della ricerca petrolifera*

Vittorio De Tomasi [vittorio@detomasi.it](mailto:vittorio@detomasi.it) - Gianluca Gabriellini [g.gabriellini@yahoo.it](mailto:g.gabriellini@yahoo.it)  
Carlo Alberto Mora [carloalbertomora@gmail.com](mailto:carloalbertomora@gmail.com)

La ricerca dei giacimenti di idrocarburi nel sottosuolo richiede l'uso di tecnologie sempre più complesse, quali:

- remote sensing (metodi sismici, elettrici, gravimetrici, rilievi satellitari)
- fisica dei mezzi porosi (meccanica, fluidodinamica, chimica-fisica di miscele multifase ad elevate pressioni e temperature, ecc.)
- calcolo numerico (digital signal/image/volume processing, CFD, FEM in ambiente di calcolo multiprocessore, FPGA, GPU)

E' evidente che questi argomenti sono di estremo interesse per i fisici, sia per lo studio e sviluppo di nuove tecniche di indagine, sia per il loro utilizzo in collaborazione con geologi e ingegneri.

In questo breve intervento presentiamo una breve rassegna di tecnologie oggetto del nostro lavoro, e in particolare:

**Inversione congiunta di misure gravimetriche e magnetiche:** Le misure dell'accelerazione gravitazionale e del campo magnetico terrestre permettono di ottenere rapidamente e a basso costo il profilo delle strutture geologiche. Poiché la misura accurata di queste due grandezze costituisce un elemento fondamentale per un utilizzo vantaggioso dei dati, si è costantemente alla ricerca di metodi di misura innovativi che consentono di migliorarne la risoluzione.

Per la successiva fase di interpretazione dei dati acquisiti, una delle tecniche più promettenti è quella dell'inversione che permette di risalire al modello geologico 3D del sottosuolo, seppur con accuratezza medio/bassa. Particolare attenzione viene riposta in quegli algoritmi di inversione che permettono una inversione congiunta dei dati gravimetrici e magnetici, tuttavia la ricerca in questo campo è attualmente indirizzata verso quei metodi di inversione che coinvolgono anche dati provenienti da altri metodi geofisici, garantendo così un'immagine del sottosuolo più accurata.

### **Operatori a differenze finite a bassa dispersione per la risoluzione dell'equazione dell'acustica a densità costante in 3D:**

Il metodo di calcolo delle differenze finite (FD) permette di ottenere la soluzione numerica dell'equazione delle onde per un modello di complessità arbitraria. L'applicazione del metodo è però limitato dagli effetti di dispersione e instabilità numerica tipici del metodo FD. Attraverso l'uso di uno schema di calcolo non convenzionale è possibile bilanciare gli errori di discretizzazione nello spazio e nel tempo, riducendo in modo significativo la dispersione e l'anisotropia numerica del metodo e ottenendo quindi un miglioramento delle prestazioni di calcolo del metodo.

### **Modelli elastici per la caratterizzazione di rocce porose:**

Le rocce sono un tipo di materiale composito costituito da una fase solida e da una fase fluida, entrambe a loro volta costituite da miscele di componenti elementari. La separazione fra le due fasi è determinata dalla distribuzione dei pori della roccia. L'uso di alcuni modelli (Hertz-Mindlin, Kuster-Toksoz) e di alcune relazioni che determinano le proprietà meccaniche dei miscugli (limiti di Voigt, Reuss, Hashin-Shtrickman) permettono di stimare i moduli elastici e la velocità di propagazione delle onde elastiche nel materiale composito. Tuttavia la limitata conoscenza delle caratteristiche dei materiali base costituenti le rocce limita l'applicabilità del metodo. La soluzione è stata lo sviluppo di un metodo di inversione non lineare, in grado di ricavare i parametri ottimali del modello dalle misure geofisiche. Il modello così ottenuto

viene poi utilizzato per realizzare analisi di tipo “what if” in supporto all'interpretazione dei dati sismici.

**Studio e validazione di un'equazione di stato basata sul modello associativo per la descrizione dello stato di una miscela acqua – H<sub>2</sub>S/CO<sub>2</sub>:**

L'esigenza di reiniettare in giacimento i gas acidi eventualmente presenti nei fluidi estratti, richiede un'accurata conoscenza del comportamento di questi gas con la roccia e i fluidi stessi di giacimento. Alcuni modelli che descrivono il comportamento delle composizioni durante l'equilibrio bifase di una miscela di acqua e gas acidi sono stati confrontati sulla base di dati sperimentali, soprattutto nelle condizioni estreme di pressione tipiche dei giacimenti. Tra questi, una equazione di stato di tipo molecolare, che si serve del “modello associativo” per il calcolo delle fugacità dei componenti, è stata individuata come migliore strumento termodinamico per predire correttamente il contenuto di acqua nella fase non acquosa della miscela.

## ***Il monitoraggio e lo studio delle scintillazioni ionosferiche come supporto ai sistemi di posizionamento e navigazione satellitare***

Luca Spogli, Lucilla Alfonsi, Giorgiana De Franceschi, Vincenzo Romano

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Via di Vigna Murata 605, Roma, Italia - e-mail: luca.spogli@ingv.it

La scintillazione dei segnali radio è conseguenza delle fluttuazioni casuali dell'indice di rifrazione associate ad irregolarità della densità elettronica del plasma ionosferico e può essere descritta come una variazione rapida dell'ampiezza e della fase delle onde radio che attraversano la ionosfera. Tale effetto può causare degradazione e, sotto particolari condizioni, interruzione del segnale di comunicazione e posizionamento satellitare. L'occorrenza e l'intensità dell'effetto di scintillazione è strettamente legato al verificarsi di eventi di disturbo dell'ambiente circumterrestre, quali perturbazioni solari che interagiscono con la magnetosfera della Terra. Inoltre l'effetto mostra dipendenze spazio-temporali, quali dipendenze con la posizione geografica e geomagnetica e con variazioni stagionali, notturne e diurne. Infatti, data la conformazione in prima approssimazione dipolare del campo geomagnetico, le irregolarità che causano scintillazione hanno una più alta probabilità di formazione alle latitudini polari, aurorali ed equatoriali. Inoltre, le scintillazioni vengono prevalentemente osservate durante e intorno agli anni di massima attività solare.

Il monitoraggio continuo e sistematico delle scintillazioni ionosferiche permette lo studio dei processi fisici coinvolti nella produzione delle irregolarità di plasma al fine di poterne capire i meccanismi e con lo scopo ultimo di prevederne e mitigarne gli effetti sui sistemi a terra. Infatti, nel caso dei sistemi GNSS (Global Navigation Satellite Systems) come il GPS, il GLONASS e il nascente sistema europeo GALILEO, la scintillazione può ridurre l'accuratezza della misura dello pseudorange e della fase aumentando, conseguentemente, l'errore di posizionamento. Durante eventi di scintillazione particolarmente intensi i ricevitori posti a terra possono perdere il collegamento con il segnale satellitare, rendendo impossibile il posizionamento.

L'Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia si occupa dal 2003 del monitoraggio e dello studio delle scintillazioni ionosferiche ed è partner in progetti internazionali dedicati alla previsione e alla mitigazioni degli effetti di corruzione sui sistemi GNSS. Questa presentazione si propone di passare sinteticamente in rassegna gli aspetti rilevanti di questa attività ponendo l'accento sugli evidenti aspetti applicativi del settore.

## ***Presenza di materiale contaminato da radionuclidi nei rifiuti urbani***

G. Zambelli, et al. Lavoro e Ambiente S.r.l. - Forlì

### **RIASSUNTO - ABSTRACT**

L'installazione di portali per il monitoraggio radiometrico dei carichi in entrata presso gli impianti di smaltimento dei rifiuti urbani ha portato alla ribalta la presenza di materiali contaminati da radionuclidi in tale tipologia di rifiuti.

Numerosi interventi sono stati effettuati negli ultimi anni sui carichi segnalati dai sistemi automatici di monitoraggio (portali), per la ricerca e l'identificazione degli oggetti o sostanze contenenti radionuclidi e la successiva messa in sicurezza.

Il lavoro evidenzia le procedure adottate in seguito agli allarmi radiometrici, le modalità di intervento per la ricerca e l'allontanamento dei rifiuti, nonché una statistica sugli interventi effettuati e sulle sostanze e materiali ritrovati

***Monitoraggio e gestione del contenuto di radionuclidi naturali (norm/tenorm) e artificiali nei rifiuti speciali conferiti presso gli impianti di smaltimento finale di Ravenna***

G. Zambelli, et al. - Lavoro e Ambiente S.r.l. - Forlì

**RIASSUNTO - ABSTRACT**

La presenza del porto e del petrolchimico a Ravenna ha incentivato lo sviluppo di strutture di primo piano per lo smaltimento di rifiuti speciali pericolosi e non. Da anni gli impianti principali, il Forno F3 HERAMBIENTE e la discarica con il centro intermedio di stoccaggio e lavorazioni per rifiuti speciali di SOTRIS, si sono dotati di portali radiometrici per il monitoraggio dei flussi di rifiuti conferiti. Il significativo numero di allarmi rilevato dai portali ha portato allo sviluppo di procedure specifiche e di un protocollo concordato con gli organi di controllo per la gestione di tali allarmi.

Il fulcro di tali procedure consiste nel tempestivo campionamento dei rifiuti e nella successiva analisi in spettrometria Gamma presso il laboratorio di fisica di Protex Italia, in modo da accertare entro 24/48h la natura e la quantità dei radionuclidi presenti. Secondo le procedure ed i valori di accettabilità concordati i carichi di rifiuti vengono accettati, respinti o tenuti in stoccaggio in attesa di un processo di valutazione dedicato.

Tali attività hanno permesso inoltre di individuare alcune tipologie di rifiuti maggiormente a rischio per le quali il controllo del contenuto di radionuclidi deve essere effettuato dal produttore/conferitore già al momento della caratterizzazione di base dei rifiuti ed in fase di omologa prima del conferimento, in modo da evitare il blocco dei carichi e le relative procedure standard a seguito dell'anomalia segnalata dal portale.

L'adozione fin dal 2007 delle procedure e del protocollo di indagine ha permesso di ottenere una statistica delle tipologie di rifiuti e del contenuto in radionuclidi: fino ad oggi sono state rilevate complessivamente più di 300 anomalie radiometriche ai portali e sono state eseguite più di 500 analisi su campioni in spettrometria gamma.

L'articolo descrive le procedure messe a punto, il protocollo analitico e le relative metodiche, i criteri di accettabilità, passando poi ad analizzare le principali tipologie di rifiuti con il relativo contenuto di radionuclidi

**Settore c) : fisica medica.**

## ***Rischio NIR in fisioterapia; descrizione di un work in progress***

Leonardo Chiatti<sup>1</sup>, Alessandra Ricci<sup>1</sup>, Alessia Anitori<sup>1</sup>, Silvia Trivisonne<sup>1</sup>  
Giorgio Demurtas<sup>2</sup>, Franco Giuliani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*U.O. Fisica Sanitaria AUSL Viterbo, Viterbo*

<sup>2</sup>*S.P.T.S.R. &As AUSL Viterbo, Viterbo*

*fisica.san@asl.vt.it*

**Scopo:** Viene descritta l'esperienza di valutazione del rischio NIR, e gli interventi di correzione/riorganizzazione atti a prevenirlo, in una tipica realtà ambulatoriale decentrata: quella degli ambulatori fisioterapici dei cinque Distretti della Azienda Sanitaria Locale di Viterbo.

**Materiali e Metodi:** Dodici ambulatori di fisioterapia eserciti dalla AUSL di Viterbo, dislocati sull'intero territorio della Provincia, costituiscono l'oggetto di un piano di azione pluriennale finalizzato alla valutazione e riduzione del rischio NIR a carico di pazienti ed operatori. La elaborazione del piano, promossa dalla U.O. Fisica Sanitaria, ha visto come parti attive tutte le strutture interessate (Servizio Infermieristico, Servizio delle Professioni Sanitarie, Responsabili di Distretto e coordinatori, SPP, Risk Management) prevedendo i seguenti passi: 1) Sopralluogo congiunto con valutazione della situazione e censimento delle sorgenti, 2) Elaborazione di una linea guida aziendale approvata dalla Direzione Generale, comprendente raccomandazioni sull'uso, la dislocazione e le procedure di acquisto delle sorgenti NIR, 3) Esecuzione degli interventi correttivi più urgenti, 4) Esecuzione di misure sulle sorgenti di maggiore campo/emissione allo scopo di determinare distanze di sicurezza, 5) Iniziativa formativa sul rischio NIR avente per target tutti gli operatori coinvolti, 6) Successive tornate di sopralluoghi per valutare lo stato di attuazione della linea guida e recepire il feedback degli operatori. Quest'ultima fase è quella in corso di attuazione. Presso la sede decentrata della Università di Roma La Sapienza è stato poi attivato un apposito seminario per i futuri coordinatori TSRM e fisioterapisti, giunto al terzo anno.

**Risultati:** Le principali criticità riscontrate, cioè totale inconsapevolezza del rischio, inadeguata sistemazione degli ambienti ed assenza di DPI conformi alla normativa, sono state in linea di massima risolte. La risposta da parte degli operatori è stata addirittura entusiastica. Con la fase 6 si includeranno gli ambulatori in una gestione permanente della sorveglianza fisica affine a quella già in essere per le IR. Ad esempio l'acquisto di sorgenti NIR per fisioterapia verrà centralizzato ed eseguito secondo forme indicate dalla linea guida. La modificazione degli ambienti di lavoro dovrà essere valutata di concerto con la U.O. Fisica Sanitaria.

**Conclusioni:** Il rischio NIR rappresenta certamente una area di lavoro interessante per i Servizi di Fisica Sanitaria operanti nel SSN, e rappresenta un passo obbligato verso la definizione di attività più propriamente fisico-sanitarie in ambito fisioterapico (per es. supporto alla costruzione di protocolli terapeutici basati su una chiara evidenza).



## ***Calcolo della attività da somministrare nella radioterapia dell' ipertiroidismo con iodio-131. Influenza della geometria del volume di trattamento e confronto fra tre differenti metodiche***

Alessandra Ricci<sup>1</sup>, Silvia Trivisonne<sup>1</sup>, Alessia Anitori<sup>1</sup>, Leonardo Chiatti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*U.O. Fisica Sanitaria AUSL Viterbo, Viterbo  
fisica.san@asl.vt.it*

**Scopo:** Vengono comparati, su 11 pazienti, i risultati di tre differenti metodiche usate correntemente nella nostra istituzione. Viene poi quantificata la dipendenza dei risultati dalla geometria del target.

**Materiali e Metodi:** I tre metodi in questione sono: A) calcolo manuale assumendo una distribuzione di attività cumulata omogenea su un target ellissoidale (Quimby-Marinelli); B) calcolo analitico (convoluzione di kernel beta + gamma) su sfera equivalente al medesimo target ellissoidale [raggio della sfera = media geometrica dei semiassi dell' ellissoide]; C) voxel-dosimetria con convoluzione di kernel beta + gamma tramite campionamento casuale di punti sorgente, abbinato a stima analitica del contributo della sfera di raggio pari al voxel-size centrata sul punto di calcolo.

I kernel sono precalcolati via Montecarlo. La attività cumulata viene misurata come integrale della curva di sparizione della attività rilevata con sonda tiroidea, fittata normalmente a partire da 4-6 punti di rilevazione. Il target è definito come la regione interna alla superficie corrispondente al 45 % del conteggio massimo per singolo voxel. Nei metodi A), B) la stima degli assi dell' ellissoide è eseguita su tomogrammi SPECT dopo somministrazione di dose traccia; nel metodo C) la stima del target è automatica. Coi metodi A), B) la attività cumulata si assume distribuita omogeneamente entro il target. Nel metodo C) viene considerato anche il contributo alla dose nel punto di calcolo da parte di punti sorgente esterni al target, ma la attività cumulata si assume distribuita solamente entro il target in maniera proporzionale al valore dei voxel.

**Risultati:** La determinazione degli assi dell' ellissoide nei metodi A) e B) risulta affetta da una certa dipendenza dall' operatore, e diventa incerta quando la geometria del target presenta deformazioni sostanziali rispetto a quella ellissoidale. Stime diverse degli assi conducono a dispersioni del 10-20 % nei risultati dei metodi A), B). Quando la geometria del target è nettamente ellissoidale e gli assi sono valutati correttamente, le differenze tra i risultati di A) e B) sono sistematiche: si evidenzia un eccesso A-B del 15-18 % ; le differenze A-C sono contenute entro  $\pm 15$  %. Per target sensibilmente non ellissoidali le differenze A-B restano invariate, ma le differenze A-C possono raggiungere il 50-60 %. Tali differenze variano comunque fortemente con la distanza del punto di calcolo dal confine del target.

**Conclusioni:** Per target regolari di forma ellissoidica, i metodi B) e C) non sembrano fornire miglioramenti significativi al consueto metodo manuale A). Per target più irregolari il metodo C) potrebbe essere più realistico. Resta tuttavia aperto il problema di standardizzare la metodica, in particolare la scelta del punto di prescrizione della dose.

## ***Verifica della accuratezza della centratura e marginazione della exeresi attraverso imaging multimodale nella localizzazione radioguidata delle lesioni occulte del carcinoma mammario. Descrizione di un work in progress.***

Alessandra Ricci<sup>1</sup>, Riccardo Schiavo<sup>2</sup>, Alessia Anitori<sup>1</sup>, Leonardo Chiatti<sup>1</sup>, Silvia Trivisonne<sup>1</sup>  
Francesca Fiore Melacrinis<sup>2</sup>, Stefano Maccafeo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*U.O. Fisica Sanitaria AUSL Viterbo*

<sup>2</sup>*U.O. Medicina Nucleare AUSL Viterbo*  
*fisica.san@asl.vt.it*

### **Introduzione**

La tecnica ROLL (Radioguided Occult Lesion Localization) è da oltre 10 anni la più utilizzata nei centri dotati di “Breast Unit” per il reperimento delle lesioni non palpabili in corso di intervento chirurgico per carcinoma mammario. Tale metodica, che prevede la somministrazione interstiziale, intra o perilesionale dopo puntura diretta della lesione sospetta con guida ecografica o mammografia in stereotassi, di Macroaggregati di Albumina Umana radiomarcata, si è dimostrata superiore alle metodiche che si avvalgono di altri dispositivi (filo metallico “WGL-Wire Guided Localization” o coloranti) che presentavano importanti svantaggi quali la dislocazione del filo metallico, sua accidentale escissione, diffusione del colorante secondo geometrie non prevedibili con conseguente escissione di tessuto in eccesso o exeresi non-centrata e rischio di recidiva locale. La metodica ha permesso il superamento di queste criticità in quanto il radiofarmaco utilizzato non diffonde, è facilmente rilevabile dagli strumenti radiochirurgici utilizzati per la biopsia del linfonodo sentinella e consente al chirurgo l'exeresi circoscritta del tessuto patologico.

### **Scopo del lavoro**

Una verifica immediata dell'efficacia della procedura, ai fini di un'escissione completa della lesione, con margini di sicurezza, viene solitamente affidata alla valutazione estemporanea dell'anatomo-patologo. In presenza di “cluster” di microcalcificazioni è possibile valutare la centratura dell'exeresi con un radiogramma eseguito sul pezzo operatorio. Una valutazione più completa della qualità della metodica richiederebbe una verifica della centratura e marginazione della distribuzione di attività somministrata rispetto alla lesione asportata. Scopo del nostro lavoro è la validazione di un metodo di verifica “a posteriori” della centratura della radioattività somministrata con acquisizione di immagini multimodali sul pezzo anatomico (SPECT/MR), “imaging” su piastra a fosfori e rilevazione mammografica.

### **Materiali e metodi**

Sono stati esaminati i pezzi anatomici asportati a 3 pazienti sottoposti a intervento di escissione di lesione mammaria non-palpabile con tecnica ROLL (<sup>99m</sup>Tc-MAA - 20 MBq in 0,2 ml).

Ciascun pezzo è stato preliminarmente esaminato dall'anatomo-patologo secondo protocollo di valutazione estemporanea, al termine del quale il pezzo è stato sottoposto ad esame scintigrafico con acquisizione SPECT (E-Cam, Siemens) e imaging NMR con sequenza pesata in T1 in sezione transassiale (Symphony, Siemens).

Le immagini MR sono state utilizzate al fine di avere un' informazione anatomico-morfologica cui riferirsi per la coregistrazione. Tutte le acquisizioni sono state effettuate utilizzando un sistema di reperaggio esterno "home made" trasferibile su SPECT.

Le immagini SPECT, ricostruite con retroproiezione filtrata (filtro Butterwoth 0,45; 8) sono state riorientate utilizzando il software di post-processing E-Soft (Siemens, Germany) applicando poi un isocontorno con una specifica soglia, come riportato da letteratura (10%), per definire in termini di scala di colore i margini del pezzo escisso. Successivamente le immagini SPECT riorientate e le immagini MR sono state sottoposte a coregistrazione utilizzando un pacchetto di fusione disponibile all'interno del software Syngo (Siemens, Germany).

Dalle immagini così ottenute è stato possibile valutare la posizione dell'area di massima attività somministrata rispetto alla posizione della lesione ed è stato inoltre possibile misurare i differenti margini della lesione asportata.

## **Risultati**

Sono state confrontate le distanze dei margini dalla lesione sui diversi pezzi, ottenute con l'imaging multimodale, con i rispettivi valori forniti in estemporanea dall'anatomo-patologo. I valori ottenuti attraverso l'imaging risultano essere maggiori dei valori relativi alle stesse distanze ottenute attraverso la misura diretta. Le variazioni percentuali sono comunque contenute.

## **Conclusioni**

La precisa localizzazione della lesione, valutabile dal chirurgo in tutte le fasi dell'intervento, consente una resezione mirata della lesione. La valutazione attraverso l'imaging multimodale 3D (SPECT + MR) consente di confermare ulteriormente l'efficacia della procedura.

Se i risultati preliminari dovessero risultare confermati da una casistica più importante, la metodica in corso di indagine potrebbe costituire un utile integrazione dell'esame estemporaneo da parte dell'anatomo-patologo, ad esempio quale test indipendente di qualità della procedura ROLL.

***Determinazione di parametri di captazione dei nuclei della base da esame datscan con  $I^{123}$  tramite software “basal ganglia matching tools” ver. 1.0. Quantificazione dell’ effetto dovuto alla applicazione della correzione di Chang***

Alessandra Ricci<sup>1</sup>, Riccardo Schiavo<sup>2</sup>, Alessia Anitori<sup>1</sup>, Leonardo Chiatti<sup>1</sup>, Silvia Trivisonne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*U.O. Fisica Sanitaria AUSL Viterbo*  
<sup>2</sup>*U.O. Medicina Nucleare AUSL Viterbo*  
*fisica.san@asl.vt.it*

**Scopo:** L’ applicativo Basal Ganglia viene correntemente usato in molti centri di Medicina Nucleare per la valutazione semiquantitativa delle concentrazioni di attività nei nuclei della base dopo somministrazione di  $I^{123}$ -ioflupano. Questo software, licenziato dalla Università di Genova, assume come dati di ingresso le ricostruzioni SPECT ottenute applicando opportuni standard e fornisce come risultati i valori dell’ attività dei nuclei della base normalizzati ad una VOI occipitale opportunamente scelta.

Nella preparazione dell’ input è fondamentale che l’ orientazione del paziente sia la più vicina possibile a quella ideale perché l’ algoritmo di matching, implementato nella versione 1.0 del software (Mutual Information), non sempre riesce a correggere forti deviazioni dalla suddetta orientazione. Questo può essere ottenuto con elevata confidenza se si usa un adatto sistema di reperaggio esterno. Tuttavia l’ uso di reperi esterni può impedire la applicazione della correzione di Chang automatica sul software di ricostruzione della SPECT, obbligando l’ operatore a procedere con una contornazione manuale.

Lo scopo di questo studio è valutare l’ effetto della applicazione della correzione di Chang, eseguita manualmente, sugli indicatori di attività dei nuclei della base forniti dal software.

**Materiali e Metodi:** A questo scopo i dati relativi ad esami Datscan eseguiti su 50 pazienti sono stati ricostruiti (FBP; Butterworth 0,55; ordine 8) utilizzando il software e.soft (Ecam Siemens – Germany) sia con applicazione manuale della correzione di Chang che senza, e convertiti in formato compatibile con il software Basal Ganglia. Durante la conversione sono stati oscurati i punti di reperaggio esterno, in modo che le concentrazioni elevate di attività ad essi associate non creassero problemi di normalizzazione al software di quantificazione.

Nella applicazione dell’ algoritmo di Chang è stato utilizzato un valore del coefficiente di attenuazione lineare  $\mu$  pari a  $0.084 \text{ cm}^{-1}$ . Questo valore è stato ottenuto sperimentalmente per fitting della attenuazione di una sorgente puntiforme di  $I^{123}$  posizionata lungo l’ asse di un fantoccio cilindrico con e senza diffusore di riempimento, secondo il report AAPM n° 22.

**Risultati:** I valori dei parametri Cdx, Pdx, Csn, Psn ottenuti su dati ai quali è stata applicata la correzione di Chang risultano essere sistematicamente maggiori dei valori relativi agli stessi dati non corretti. Tuttavia, le differenze percentuali riscontrate risultano essere fortemente variabili da paziente a paziente e notevolmente disperse.

Al contrario, i rapporti Pdx/Cdx e Psn/Csn misurati su dati corretti mostrano una elevata correlazione statistica con quelli misurati sugli stessi dati non corretti, espressa da una relazione lineare ben definita con coefficienti lineari di 0.84 e 0.87 rispettivamente ( $r^2 \approx 0,91$  in entrambi i casi).

**Conclusioni:** I rapporti P/C valutati senza correzione di Chang possono comunque essere rapportati a database di normalità applicando i fattori da noi stimati. Tale correzione non può invece essere applicata agli altri indicatori di attività forniti dal software Basal Ganglia ver. 1.0.

## ***Postprocessing in mammografia digitale: è opportuno il commissioning nella acquisizione di nuovi sistemi?***

Silvia Trivisonne<sup>1</sup>; Enrico Pofi<sup>2</sup>; Maria Teresa Strassera<sup>3</sup>; Emiliana Pannega<sup>2</sup>; Leonardo Chiatti<sup>1</sup>; Alessia Anitori<sup>1</sup>; Alessandra Ricci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> U.O. Fisica Sanitaria, AUSL Viterbo;

<sup>2</sup> U.O. Diagnostica per Immagini Belcolle, AUSL Viterbo;

<sup>3</sup> U.O. Diagnostica e Prevenzione Senologica, AUSL Viterbo;  
*fisica.san@asl.vt.it*

**Scopo:** la variazione dei parametri di postprocessing ha un effetto molto importante sull'immagine mammografica, nel senso che anche piccole variazioni dei parametri dell'algoritmo di calcolo producono un effetto considerevole sull'aspetto dell'immagine mammografica. Considerato ciò, può essere opportuno aggiungere al test di accettazione dei sistemi mammografici digitali una fase di commissioning per la ricerca dei parametri ottimali di post elaborazione, anche attenendosi alle indicazioni contenute nel protocollo della commissione europea sullo screening mammografico, quarta edizione. Scopo di questo lavoro è esplorare il contributo di valutazioni basate su fantoccio a tale processo di ottimizzazione.

**Materiali e Metodi:** tre diversi insiemi di valori dei parametri di post elaborazione dell'immagine, denominati brevemente curve, sono stati selezionati sulla base del giudizio derivato dall'esame visuale di immagini cliniche da parte di tre distinti radiologi. Sull'immagine di un fantoccio rielaborata con le tre curve sono stati misurati alcuni indicatori di qualità (indice di contrasto, rumore, rapporto contrasto-rumore). La procedura è stata ripetuta su immagini cliniche, per verificare la misurabilità di tali indicatori in condizioni cliniche. I risultati ottenuti sono stati confrontati con il giudizio clinico sulle diverse rielaborazioni espresso da un secondo gruppo di cinque radiologi diversi dai precedenti.

**Risultati:** gli indicatori di qualità su fantoccio permettono di confrontare le performance di diversi post-processing in merito alla rappresentazione dei dettagli d'immagine. La procedura si applica con difficoltà alle immagini cliniche a causa dell'elevato rumore anatomico, ma, laddove possibile, l'analisi quantitativa conferma le conclusioni ottenute dallo studio in fantoccio. Il giudizio clinico non riflette il risultato numerico, perché non viene preferita l'elaborazione con migliori indici di qualità.

**Conclusioni:** l'analisi quantitativa è utile nella fase preliminare del processo di ottimizzazione (caratterizzazione delle "curve"), resta irrisolto il problema di individuare i parametri più efficacemente correlabili con il giudizio clinico. Allo stato dell'arte, perciò, il commissioning di questi sistemi richiede una interazione stretta e meccanismi di feedback non formalizzati tra radiologi e fisici.

## ***Dose e qualità dell'immagine in mammografia CR: proposta di nuove qualità del fascio***

Silvia Trivisonne<sup>1</sup>; Enrico Pofi<sup>2</sup>; Leonardo Chiatti<sup>1</sup>; Alessia Anitori<sup>1</sup>; Alessandra Ricci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *U.O. Fisica Sanitaria, AUSL Viterbo;*

<sup>2</sup> *U.O. Diagnostica per Immagini Ospedale Belcolle, AUSL Viterbo;*

<sup>3</sup> *U.O. Diagnostica e Prevenzione Senologica, AUSL Viterbo;*

*fisica.san@asl.vt.it*

**Scopo:** la computed radiography (CR) è a tutt'oggi la più diffusa tipologia di mammografia digitale, considerati i costi ancora molto elevati dei mammografi digitali diretti. Tuttavia, i sistemi CR sono sempre stati considerati più svantaggiosi rispetto ai sistemi full-field dal punto di vista dosimetrico, in quanto richiedono dosi alla paziente maggiori rispetto a quest'ultimi per lavorare ad un livello di qualità confrontabile. I sistemi CR presentano infatti una DQE più bassa rispetto ai digitali diretti, ma lo svantaggio dosimetrico conseguente può essere compensato da una ridefinizione dei parametri di esposizione. Infatti, dal momento che un sistema CR impiega lo stesso apparecchio mammografico del sistema schermo-pellicola, nel passaggio dall'analogico al digitale spesso vengono conservate le vecchie tecniche radiografiche. L'uso di fasci di energia più elevata potrebbe consentire un risparmio di dose, con conservazione della qualità dell'immagine, recuperando la perdita di contrasto associata tramite il post-processing. Scopo di questo lavoro è stato di confrontare, dal punto di vista della qualità dell'immagine e delle dosi, i risultati ottenuti nel caso di un fantoccio simulante una mammella media esposta a fasci di diversa energia, con l'obiettivo di valutare la opportunità di usare tensioni e/o filtrazioni più elevate o diverse combinazioni anodo/filtro.

**Materiali e Metodi:** il fantoccio mammografico TOR MAS con spessore complessivo tale da simulare la mammella media compressa (4,5 cm) è stato esposto con fasci di diversa qualità ottenuti con le seguenti combinazioni anodo-filtro: Mo-Mo 27 kV, Mo-Rh 27 kV, W-Rh 27 kV. Per ciascuna combinazione, il carico anodico impiegato è tale da determinare in tutti e tre i casi la stessa esposizione del detettore, valutata attraverso l'indice di esposizione. Sulle immagini ottenute è stata effettuata sia un'analisi visiva sia una valutazione quantitativa dell'indice di contrasto (IC) e del rapporto contrasto rumore (CNR) sugli inserti ad alto e basso contrasto del fantoccio. I confronti dosimetrici sono stati effettuati attraverso il calcolo della dose ghiandola media AGD a partire dal kerma in aria nel punto di ingresso Ka, secondo il metodo di Dance. Le valutazioni di cui sopra sono state ripetute per un fantoccio costituito da 4,5 cm di PMMA + dettaglio, in modo da meglio valutare l'andamento del contrasto su dettagli riproducenti le masse ipodense.

**Risultati:** i valori di dose ghiandola misurati per le combinazioni alternative sono più bassi rispetto al Mo-Mo (riduzione del 18% con la combinazione Mo-Rh e del 48% circa con la combinazione W-Rh). Contemporaneamente diminuisce il valore del rapporto contrasto-rumore (riduzione del 8,5% con la combinazione Mo-Rh e del 13,88% circa con la combinazione W-Rh su immagini grezze).

**Conclusioni:** l'uso di spettri più energetici consente una riduzione di dose che è tanto maggiore, quanto maggiore è l'energia media del fascio. La conseguente diminuzione di contrasto misurato sulle immagini valutate in assenza di processing (immagini grezze) è contenuta e con una scelta adatta dei parametri di post-processing si può evitare una sua ulteriore degradazione. Pertanto è da valutare l'uso di spettri ad energia più elevata, sin qui riservati alle mammelle spesse e/o dense, anche per le mammelle medio-piccole.