

Enrico Milani è nato a Roma il 8-1-1960 e ha conseguito la laurea in Fisica nel Gennaio 1983 presso l'Università "La Sapienza" di Roma, con la votazione di 110/110 e lode. Durante il corso di laurea ha vinto una Borsa di Studio intitolata a Enrico Persico e bandita dall'Accademia Nazionale dei Lincei.

Nel Dicembre 1985 ha preso servizio presso l'Università di Roma "Tor Vergata" come Tecnico Laureato e nel Luglio 1986 è diventato Ricercatore presso la stessa Università. Nel Luglio 1989 è stato confermato nel ruolo. Nell'Agosto 1999 è risultato tra i vincitori del concorso per professori universitari di II fascia (settore B01A). Nel Novembre 1999 ha preso servizio presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "Tor Vergata" come Professore Associato. Nel Marzo 2006 è risultato idoneo al concorso per Professore Ordinario bandito dall'Università della Calabria. Nel Novembre 2006 ha preso servizio come professore Straordinario presso l'Università di Roma "Tor Vergata", ruolo che ricopre tuttora.

Enrico Milani ha iniziato la propria attività scientifica svolgendo ricerche sulle proprietà ottiche, magneto-ottiche e di trasporto di granati magnetici. Nell'ambito di questi studi ha sviluppato un metodo quantitativo per la determinazione dei parametri delle transizioni magneto-ottiche a partire dall'analisi simultanea degli spettri di rotazione di Faraday e di dicroismo magnetico circolare. È stata inoltre sviluppata una tecnica originale per la misura della rotazione di Faraday nella regione spettrale compresa tra 1.8  $\mu\text{m}$  e 2.5  $\mu\text{m}$ , nella quale le tecniche standard non consentono di operare in maniera ottimale.

Il Prof. Milani ha inoltre dimostrato che esistono limiti teorici al rapporto di isolamento ottenibile con gli isolatori magneto-ottici, dovuti alla ineliminabile presenza di dicroismo magnetico circolare nei mezzi che presentano rotazione di Faraday necessaria per questi dispositivi, e ha calcolato quantitativamente tali limiti.

Dal 1989 ha svolto attività di ricerca nel campo dei superconduttori ad alta temperatura critica (HTCS), sviluppando una tecnica di crescita di film epitassiali di  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$  (BSCCO) mediante epitassi da fase liquida (LPE). In seguito ha estensivamente studiato gli effetti delle fluttuazioni termodinamiche sulle proprietà di trasporto dei superconduttori HTCS, sia lungo l'asse  $c$  che perpendicolarmente ad esso. A questo riguardo ha dimostrato per la prima volta che il tipico picco di resistività lungo l'asse  $c$  osservabile poco sopra la temperatura critica poteva essere spiegato sulla base di una teoria recentemente proposta che attribuiva il picco di resistività lungo l'asse  $c$  all'effetto dell'elevata anisotropia degli HTCS sul peso relativo dei vari contributi delle fluttuazioni termodinamiche alla conducibilità: in materiali molto anisotropi è dominante il contributo negativo alla conducibilità dovuto alla diminuzione della densità degli stati di singolo elettrone (DOS), che determina il picco di resistività.

Per effettuare queste ricerche è stato sviluppato un metodo originale che ha permesso di migliorare fortemente il rapporto segnale/rumore nelle misure di resistività lungo l'asse  $c$  in film di superconduttori HTCS grazie all'uso di substrati appositamente tagliati.

In seguito, un anomalo segno negativo della magnetoresistenza (MR) lungo l'asse  $c$  di cristalli di BSCCO riportata in letteratura ha portato il Prof. Milani a suggerire una possibile interpretazione degli stessi sulla base della teoria delle fluttuazioni termodinamiche nei superconduttori altamente anisotropi in presenza di campo magnetico. Sulla base di questa teoria è stata derivata una formula per la MR trasversa che è risultata essere in ottimo accordo con i dati sperimentali disponibili. Tale formula prevede un caratteristico cambiamento di segno della MR pochi gradi sopra la temperatura critica, in una regione in cui non erano disponibili dati sperimentali, e che è stato ampiamente verificata negli anni successivi da vari ricercatori.

Questi risultati lo hanno indotto ad analizzare criticamente le altre teorie, basate su proprietà di stato normale, avanzate per spiegare il picco di resistività trasversa negli HTCS. Un dettagliato confronto dei dati sperimentali con queste teorie porta a concludere che una teoria basata unicamente sulle proprietà di stato normale degli HTCS non può spiegare questo fenomeno, e che l'introduzione di

un termine legato a proprietà superconduttive come quello previsto dalla teoria delle fluttuazioni termodinamiche è necessaria.

Dal 1993 il Prof. Milani si è anche occupato della crescita di film di diamante mediante deposizione da fase vapore in plasma eccitato tramite microonde (MWPECVD) su substrati di silicio. Sono stati in primo luogo accuratamente definiti i confini della regione nel diagramma di fase C-O-H (diagramma di Bachmann) all'interno della quale si ha crescita di diamante di elevata qualità, in seguito confermati da altri. Indipendentemente dalla miscela usata, la presenza e competizione nel plasma di alcune specie chimiche determina la crescita e la qualità del diamante, dando così una giustificazione qualitativa del diagramma di fase.

Film di diamante realizzati con la tecnica sopra descritta sono stati utilizzati per realizzare rivelatori di radiazione, sia di tipo elettromagnetico (UV, raggi X) che nucleare (particelle alfa e neutroni). I dispositivi ottenuti sono risultati di ottima qualità, ed in particolare hanno ottenuto la più alta efficienza media di raccolta riportata in letteratura per la rivelazione di particelle alfa.

Le particolari caratteristiche della risposta di questi rivelatori sono state spiegate sviluppando dei modelli che per la prima volta hanno legato la risposta alle caratteristiche tipiche dei film di diamante (difetti, policristallinità). È stata evidenziata una chiara separazione tra il ruolo dei bordi di grano e dei difetti in-grano nel determinare le proprietà di trasporto di carica nei film di diamante CVD, e quindi le loro prestazioni come rivelatori. Le simulazioni basate sui modelli riproducono molto bene i risultati sperimentali. È stato inoltre provato che elettroni e lacune non contribuiscono nello stesso modo alla raccolta di carica.

Un passo avanti fondamentale per le possibilità reali di utilizzo dei rivelatori di radiazione basati su diamante CVD è legato alla possibilità di crescere film di diamante omoepitassiali e quindi monocristallini. Le principali limitazioni dei rivelatori policristallini (scarsa omogeneità di risposta, bassa risoluzione energetica, elevati tempi di risposta) possono essere così eliminate. Poiché il substrato serve solo a fornire la matrice cristallina per la crescita, si possono utilizzare come substrati cristalli di bassa qualità (non detector grade), sia naturali che HPHT, con enorme riduzione dei costi. Inoltre, rispetto ai diamanti naturali detector grade, che sono rarissimi e vanno selezionati tra migliaia di candidati, si dovrebbe avere una riproducibilità di risultati molto maggiore con i rivelatori basati su diamante CVD omoepitassiale.

La ricerca in questo campo sta avendo grande impulso a livello internazionale negli ultimi anni, anche se pochissimi laboratori, soprattutto universitari, sono stati in grado finora di crescere monocristalli con caratteristiche adeguate all'uso come rivelatori. Nel 2005 il gruppo del Prof. Milani è riuscito a produrre film monocristallini di diamante CVD su substrati di basso costo con caratteristiche di assoluta eccellenza mondiale. Utilizzando tali film sono stati realizzati rivelatori di radiazione (alfa, neutroni, fotoni UV, X e gamma) con eccellenti caratteristiche in termini di efficienza, risoluzione energetica e resistenza alla radiazione. Caratterizzati come rivelatori nucleari questi film hanno mostrato risoluzioni energetiche di poco superiori allo 0.5%. Anche le caratteristiche come rivelatori UV sono eccellenti, con tempi di risposta al momento ineguagliati, alta reiezione al visibile ed elevato rapporto segnale/rumore.

Alcuni dei rivelatori nucleari realizzati è attualmente utilizzato con risultati estremamente incoraggianti presso il laboratorio di fusione europeo JET (Joint European Torus) in Inghilterra allo scopo di monitorare l'intenso flusso di neutroni generati dal reattore. In effetti, il reattore di fusione che sostituirà tra pochi anni il JET (ITER) produrrà flussi così elevati che i rivelatori standard al silicio (che già al JET devono essere continuamente monitorati e periodicamente sostituiti) saranno inutilizzabili. Il diamante è uno dei pochissimi candidati a sostituirli. Altri rivelatori a diamante monocristallino sono in fase di test, sempre al JET, anche per studiare l'emissione UV del reattore.

Da alcuni anni l'attività di ricerca si è focalizzata soprattutto sullo sviluppo di un dosimetro per applicazioni radioterapiche.

Alcune mirate modifiche apportate alla struttura dei rivelatori sopra descritti hanno permesso infatti di realizzare su quella base dosimetri per radiazioni di interesse in radioterapia (prevalentemente fotoni ed elettroni di energia dell'ordine di qualche MeV).

I dosimetri a base diamante CVD hanno mostrato eccellenti caratteristiche di riproducibilità, linearità e capacità di risoluzione spaziale, che consentono il loro utilizzo anche per "campi piccoli" ossia per misurare la dose somministrata su aree particolarmente piccole. Questo consente trattamenti spazialmente molto mirati, che le attuali tecnologie rendono possibili, ma per i quali attualmente non esiste un dosimetro di riferimento.

Un'altra caratteristica in prospettiva molto importante di questi dosimetri è la loro capacità di funzionare in assenza di alimentazione esterna, il che ne rende possibile l'utilizzazione in vivo.

Il Prof. Milani è coautore di un brevetto relativo a tali dosimetri, i quali sono attualmente commercializzati dalle PTW Freiburg, ditta leader mondiale nel settore.

L'attività scientifica sopra descritta del Prof. Milani è testimoniata da oltre 130 pubblicazioni su riviste con comitato di redazione internazionale e da numerose comunicazioni a Congressi sia nazionali che internazionali, anche su invito.