

**INDICE**

ISTRUZIONE, FORMAZIONE ED ESPERIENZA PROFESSIONALE	2
QUALIFICAZIONE DIDATTICA E ISTITUZIONALE	2
DIDATTICA FRONTALE IN CORSI DI LAUREA E DI ALTA FORMAZIONE	2
TUTORAGGIO DI TESI DI LAUREA	3
COORDINAMENTO DI MASTER UNIVERSITARI	3
TUTORAGGIO DI TESI DI DOTTORATO	5
TUTORAGGIO DI TESI DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA SANITARIA	5
ATTIVITÀ DI SERVIZIO E ISTITUZIONALI	7
QUALIFICAZIONE SCIENTIFICA	6
DESCRIZIONE ESTESA DELLA ATTIVITÀ SCIENTIFICA	7
RICONOSCIMENTI E PREMI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA	19
COLLABORAZIONI CON GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI	19
INCARICHI DI RESPONSABILITÀ	20
PARTECIPAZIONE, PROMOZIONE E GESTIONE DI PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANZA NAZIONALE ED INTERNAZIONALE E DI ATTRAZIONE DI FINANZIAMENTI	20
CAPACITÀ DI PROMOZIONE DI ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO E TERZA MISSIONE	24
RASSEGNA STAMPA	26

## ISTRUZIONE, FORMAZIONE ED ESPERIENZA PROFESSIONALE

- 2017- in corso      **Professore Ordinario** in Fisica Applicata presso il Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin” dell’Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” (DR n. 1130 del 10/04/2017);
- 2013:                Consegue l’Abilitazione Scientifica Nazionale per Professore Ordinario nei settori concorsuali:  
Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali – 02/A1  
Fisica Applicata – 02/B3
- 1999-2017:        **Professore Associato** nel settore FIS/01 Fisica Sperimentale presso il Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin” dell’Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” (DR n. 11175 del 30/10/1999);
- 1992-1998:        **Ricercatore** nel settore FIS/01 Fisica Sperimentale presso il Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin” dell’Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” (DR n. 5947 del 11/12/1992);
- 1991-1992:        “Borsa di studio post laurea” dell’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (concorso n. 1467/89);
- 1990:                Borsa di studio industriale della Laben SpA, per attività di ricerca in fisica dei raggi cosmici;
- 1989:                Servizio di leva;
- 1988:                Laurea in Fisica, presso l’Università degli Studi di Bari (110/110).

## QUALIFICAZIONE DIDATTICA E ISTITUZIONALE

### I. Didattica frontale in corsi di laurea e specializzazione

Insegnamento	Corso di Laurea	Anno Accademico
Fisica Medica	Medicina e Chirurgia	da 2013-2014 in corso
Elaborazione di segnali ed immagini	Magistrale in Fisica	da 2007-2008 in corso
Elaborazione dei segnali e delle immagini: tecniche di base ed esempi applicativi; Metodologie di analisi di neuroimmagini; Social Network Analysis: teoria ed applicazioni (32 ore di didattica complessive)	Scuola Superiore ISUFI dell’Università del Salento	2013-2014 2014-2015
Fisica	Farmacia	da 1998-1999 a 2012-2013
Astrofisica nucleare e subnucleare	Specialistica in Fisica	2005-2006

			2006-2007
Esercitazioni numeriche nei corsi di Fisica Generale I e II	Ingegneria, Informatica e Fisica	e	da 1992-1993 a 2001-2002

**II. Tutoraggio di tesi di laurea:** relatore di oltre 40 tesi di laurea del vecchio ordinamento, specialistica e magistrale in Fisica.

### **III. Coordinatore di Master di II livello dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"**

Dal 2008 coordina la progettazione e la conduzione di programmi di Alta Formazione post laurea a valere su finanziamenti esterni (**POR e PON**) per conto **dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"**, **dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare**, per il **Distretto Pugliese della Meccatronica MEDIS** e il **Consortium GARR** (consorzio che gestisce la rete telematica nazionale della ricerca e comprendente tutte le Università italiane, il CNR, l'INFN e l'ENEA).

I progetti formativi riguardano il complesso delle attività di Fisica Medica (diagnostica per immagini), sistemi di elaborazione di segnali ed immagini e di calcolo scientifico ad alte prestazioni. Il finanziamento complessivo ottenuto è stato di circa **3.4 milioni di euro**, limitatamente al periodo 2011-2015. Si riportano nel seguito alcune informazioni aggiuntive, anche in relazione alla capacità di attrazione di finanziamenti.

2008-2009: **Direttore Scientifico del Progetto di Formazione**, attuato e finanziato nell'ambito dei POR Puglia 2000/2006 Misura 6.4 Azione b) Avviso n. 24/2006, denominato: **Analisi e gestione di Database per Servizi e Applicazioni Biomedicali**. Il finanziamento ottenuto è stato di 270.000 € e le attività di formazione sono state svolte presso il Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin" – UNIBA e la Sezione INFN di Bari.

Nell'ambito dei finanziamenti PON Ricerca & Competitività 2007-2013 è stato responsabile dei seguenti progetti di Formazione, di cui ha curato anche la fase di progettazione e presentazione all'Ente Finanziatore (MIUR):

#### **2012-2014: Responsabile del Progetto di Formazione: "Calcolo Scientifico ad Alte Prestazioni" (CASAP)**

Il progetto è stato finanziato dal MIUR con 1.262.696 €. Il Progetto di Formazione si è articolato in due **Master Universitari** seguiti da una attività di Stage post-Master presso gruppi di ricerca del Progetto PON Potenziamento Infrastrutturale ReCaS (UNIBA, UNINA Federico II e INFN): uno dei Master è di II Livello ed è stato erogato dall'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", con la partecipazione della Sezione INFN di Bari, nell'Anno Accademico 2012-2013. E' denominato **"Sviluppo e gestione di data center per il calcolo scientifico ad alte prestazioni"** [MASTER #M1, PRIMA EDIZIONE] e ha previsto 18

borse di studio. Una seconda edizione di questo Master è stata attuata utilizzando i fondi per la formazione del Progetto PRISMA. Il secondo Master è di I Livello ed è stato erogato dall'Università di Napoli Federico II, con la partecipazione delle Sezioni INFN di Napoli e Catania e Cosenza, nell'Anno Accademico 2012-2013, è denominato: "Tecnologie per il calcolo scientifico ad alte prestazioni" e ha previsto 18 borse di studio.

2012-2015: **Responsabile del Progetto di Formazione: Qualificazione avanzata di n° 12 laureati e 8 diplomati in materie scientifiche per lo sviluppo, progettazione e sperimentazione di sistemi di elaborazione dei segnali e diagnostica intelligente nel settore biomedicale**[MASTER #M3], finanziato dal MIUR nell'ambito del Progetto AMIDERHA. Il Progetto di Formazione si è articolato in un **Master Universitario** (A.A. 2013-14) seguito da un'attività di Stage post-Master presso le Aziende attuatrici del Progetto di Ricerca PON AMIDHERA: ITEL Telecomunicazioni srl e MASMEC srl. Il finanziamento concesso dal MIUR è stato di € 1.170.000.

2013-2014: **Responsabile del Progetto di Formazione: Qualificazione avanzata di n° 60 laureati in materie scientifiche per lo sviluppo, l'applicazione e la gestione di sistemi cloud open source per smart government.**

Il Progetto di Formazione è stato finanziato nell'ambito del Bandi MIUR Smart Cities (PON 4), con un finanziamento concesso dal MIUR di € 980.000. Nell'ambito di questo progetto di formazione è stato possibile erogare la seconda edizione del Master "Sviluppo e gestione di data center per il calcolo scientifico ad alte prestazioni"[MASTER #M1, SECONDA EDIZIONE].

Si riportano in forma sintetiche le informazioni sui Master di cui R. Bellotti è stato coordinatore.

<b>Titolo del Master</b>	<b>Anno Accademico</b>
M3. Sviluppo, progettazione e sperimentazione di sistemi di elaborazione dei segnali e diagnostica intelligente nel settore biomedicale	2013-2014
M2. Metodologie e tecnologie per lo sviluppo di infrastrutture digitali	2013-2014
M1. Sviluppo e gestione di data center per il calcolo scientifico ad alte prestazioni	2013-2014 2012-2013

Si rappresenta la complessità organizzativa e gestionale dei programmi di formazione descritti. I bandi ministeriali di concessione dei finanziamenti per i programmi formativi, collegati ai progetti di ricerca o di

potenziamento infrastrutturale (ReCaS, PRISMA, GARR X-Progress e AMIDERHA) non prevedevano esplicitamente la strutturazione della formazione attraverso Master Universitari. I 4 Master Universitari di II livello erogati nell'arco di due anni accademici, tutti con borsa di studio per i discenti, hanno consentito di accedere a programmi di alta formazione a circa 100 laureati in discipline scientifiche, provenienti da università pugliesi e campane, con ottimi riscontri occupazionali.

**IV. Tutoraggio di tesi di dottorato di ricerca.** Dal 2004: componente del Collegio dei Docenti della Scuola di Dottorato in Fisica dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro". Tutore di sedici tesi di dottorato di ricerca in Fisica, a partire dal XV ciclo, di cui 12 nel Settore Scientifico Disciplinare FIS/07.

**V. Co-Tutore di due tesi di Specializzazione in Fisica Sanitaria presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II**

#### **ATTIVITÀ DI SERVIZIO E ISTITUZIONALI**

Nel seguito si riportano le più rilevanti attività di servizio e istituzionali svolte da R. Bellotti nell'ambito del Dipartimento e dell'Università e delle sue strutture collegate, del MIUR e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

#### **DIPARTIMENTO INTERATENEEO DI FISICA "M. MERLIN" (UNIBA)**

2018-in corso: Direttore del Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin";

2015-2018: Vice Direttore del Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin";

2011-2013: Membro del Consiglio Direttivo della scuola di Dottorato in Fisica ;

2011-2014: Membro della Giunta di Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin";

#### **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI "ALDO MORO"**

2020-in corso: componente del Comitato Tecnico Scientifico (CTS) del Consorzio MediTech;

2018-in corso: Componente del Senato Accademico dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro;

2017: Direttore del Centro Interdipartimentale di Ricerche d'Eccellenza "Tecnologie Innovative per la Rivelazione e l'Elaborazione del Segnale (TIRES)" - Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

2016-in corso: Membro della Giunta della Associazione ALUMNI di UNIBAM;

2016-in corso: Rappresentante di UNIBA nel Tavolo Regionale per il Progetto Industria 4.0;

2014-in corso: Componente del Gruppo Ricerca di UNIBA per l'area Scienze Fisiche;

2009-in corso: Membro del Comitato Tecnico Scientifico del Centro Servizi Informativi;

2004-2007: Vice Direttore del Centro Interdipartimentale di Ricerche d'Eccellenza "Tecnologie Innovative per la Rivelazione e l'Elaborazione del Segnale (TIRES)" - Università degli Studi di Bari "ALDO MORO.

Tecnopolis PST ScRL

2015-2016: Membro del Consiglio di Amministrazione, come rappresentante di UNIBA

CONSORZIO CASPUR

2011-2013: Membro del Consiglio di Amministrazione e Vice Presidente (dal 2012), come rappresentante di UNIBA

MIUR

2018-2021: Membro della commissione nazionale per il conferimento dell'Abilitazione Scientifica Nazionale alle funzioni di professore universitario di prima e seconda fascia nel settore concorsuale 02/D1 - FISICA APPLICATA, DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA;

2013-2014: Membro della Commissione nella procedura di valutazione comparativa nazionale, per Ricercatore a Tempo Determinato, banditi dall'Università degli Studi di Napoli "Federico II" e l'Università degli Studi di Firenze;

2007-2014: Revisore del MIUR per i Progetti del programma "Rientro dei cervelli".

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

2012-2014: Coordinatore delle attività scientifiche per le ricerche tecnologiche, interdisciplinari e di fisica degli acceleratori (Commissione Scientifica Nazionale 5) per la Sezione di Bari;

2010: Membro della Commissione nella procedura di valutazione comparativa nazionale, per ricercatori a tempo indeterminato (3 posti) dell'INFN, nell'ambito delle attività di ricerca in Fisica Applicata.

## QUALIFICAZIONE SCIENTIFICA

### Sintesi

Roberto Bellotti si laurea in Fisica nel 1988 presso l'Università degli Studi di Bari, svolgendo la tesi di laurea nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Da allora prosegue le attività di ricerca nel settore della Fisica dei Raggi Cosmici, partecipando a numerosi esperimenti internazionali. Con l'esperimento PAMELA, un apparato sperimentale installato su un satellite russo, partecipa alla **scoperta di positroni di altissima energia**, scoperta pubblicata nel 2009 sulla rivista **Nature** e con vasta eco internazionale (**BBC, Der Spiegel,...**). L'attività di ricerca nel campo della fisica dei raggi cosmici ha costituito la base culturale e scientifica fondamentale per poter affrontare il tema dello sviluppo e della applicazione di metodologie, modelli e algoritmi da Applicare alla Medicina, all'Economia e all'Ambiente, per la classificazione dei dati e per l'analisi dei segnali relativi, sviluppata negli anni successivi.

Avvia, nel 1997, le attività di Fisica Medica presso il Dipartimento Interateneo di Fisica, conducendo il primo progetto di interesse nazionale (PRIN) nel settore, coordinato da una struttura universitaria pugliese. Il gruppo di fisica medica coordinato dal prof. Bellotti partecipa a numerosi programmi di ricerca

nazionali ed internazionali; nel luglio 2014 vince una competizione organizzata da **Harvard Medical School** finalizzata alla diagnosi in cieco di immagini cerebrali [VEDI § RASSEGNA STAMPA].

La produzione scientifica di R. Bellotti comprende oltre **300 pubblicazioni su riviste internazionali**, nei settori della Fisica Sperimentale (a partire dal 1990), della Fisica Medica (a partire dal 1997) e nella Econofisica (a partire dal 2005) sulle più importanti riviste scientifiche internazionali: **Nature, Science, Physical Review Letters, Astrophysical Journal, Neuroimage, Medical Physics** et al. La lista completa delle pubblicazioni di R. Bellotti è riportata in Appendice A.

Nel settore della Fisica Applicata oltre che co-autore delle pubblicazioni è sempre stato coordinatore del gruppo di ricerca locale o nazionale che ha condotto gli studi, nonché responsabile dei fondi di ricerca. La produzione scientifica nel settore concorsuale Fisica Applicata è risultata quella con gli indici bibliometrici più alti tra coloro che hanno conseguito l'Abilitazione Scientifica Nazionale per Professore ordinario.

### **Descrizione estesa della attività scientifica**

Gli interessi scientifici hanno riguardato tre settori principali, che si sono sviluppati in periodi diversi della carriera accademica di R. Bellotti:

1. 2005 – in corso: Econofisica
2. 1997 – in corso: Fisica medica
3. 1988 – in corso: Esperimenti di Fisica dei raggi cosmici

### **1. ECONOFISICA**

A partire dal 2005 R. Bellotti ha avviato nel Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Bari l'attività di ricerca in una disciplina emergente, a cavallo tra la fisica e l'economia, denominata econofisica, inizialmente come attività di tutoraggio di tesi di laurea di studenti di Fisica interessati a questo nuovo settore di ricerca.

L'attività si è consolidata e concretizzata principalmente nello studio di problemi di ottimizzazione del portfolio di prodotti finanziari attraverso tecniche di analisi di serie temporali, nella modellazione del rischio di credito ed operativo nell'ambito del nuovo accordo su capitale di Basile (Basilea II) ed infine nello studio delle politiche di investimento pubblico attraverso la complex network analysis. Tutte le ricerche hanno trovato riscontro in pubblicazioni su riviste internazionali.

Oltre alle pubblicazioni scientifiche [ARTICOLO SCIENTIFICO #2, #6, E #10 NELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI], l'attività di alta formazione [TESI DI LAUREA MAGISTRALE E DI DOTTORATO #D6] ha interessato un numero notevole di studenti dei corsi laurea in Fisica, con ottimi riscontri professionali: la quasi totalità ha continuato a lavorare in questo ambito, anche con posizioni di rilievo in istituti bancari internazionali e banche centrali [DR. MARCO BARDOSICA, TESI DI DOTTORATO #D6 È ATTUALMENTE RESEARCH ECONOMIST PRESSO BANK OF ENGLAND].

Le ricerche in questo settore hanno una forte caratterizzazione nell'ambito del **trasferimento**

**tecnologico**, con importanti risvolti nella **attrazione di finanziamenti esterni** [PROGETTO #PR1 E CONTRATTO CONTO TERZI #CR1]. In particolare R. Bellotti è stato Responsabile Scientifico del Programma di Ricerca: “Studio e sviluppo di una piattaforma ICT basata su modelli computazionali predittivi per soluzioni integrate nella determinazione del rischio operativo e di credito applicato al settore agricolo e agro-industriale” nell’ambito del Programmi POR.

Il programma ha avuto come finalità lo sviluppo di modelli per la quantificazione e gestione del rischio di credito ed operativo in ottemperanza al Nuovo Accordo sul Capitale di Basilea.

Nell’ambito del progetto sono stati sviluppati modelli quantitativi in grado di valutare:

- a. Il capitale di vigilanza (Value at Risk, VaR) che le banche devono accantonare per far fronte alle perdite operative.
- b. Il rischio di credito attraverso la consolidata assegnazione di Classi di Rating.

Il finanziamento complessivo del progetto è stato superiore ad 1.0 M€, di cui oltre 400.000 € acquisiti **come contratto conto terzi** dall’Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”

L’attività di ricerca si è ulteriormente evoluta nel settore del *Public Funding Evaluation* utilizzando la “complex network analysis”: R. Bellotti ha condotto uno studio esaustivo sugli effetti indotti dalla **programmazione PON R&C 2007-13 nelle Regioni della Convergenza**, sul sistema delle imprese e della ricerca[NICOTRI S, BELLOTTI R ET AL, **COMPLEX NETWORKS AND PUBLIC FUNDING: THE CASE OF THE 2007-2013 ITALIAN PROGRAM**”, EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL DATA SCIENCE, 2015]. Le attività di ricerca sulla complex network analysis sono state oggetto di ulteriori attività legate al temi dello Sviluppo Sostenibile, in collaborazione con il Dipartimento di Affari Economici e Sociali delle Nazioni Unite e presentati a due Wokshop a cui ha partecipato come **Invited speaker** dalla Nazioni Unite, riportate nel seguito:

1. “**Innovative Solutions to Financing Sustainable Development**” (Astana Economic Forum, Kazakhstan) (2015)

**INVITED SPEAKER DEL DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS DIVISION FOR PUBLIC ADMINISTRATION AND DEVELOPMENT MANAGEMENT - UNITED NATIONS**

2. “**E-government as a Driving Force for Institutional Integration towards Sustainable Development**” (Colombia), (2015)

**INVITED SPEAKER DEL DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS DIVISION FOR PUBLIC ADMINISTRATION AND DEVELOPMENT MANAGEMENT - UNITED NATIONS**

## **2. FISICA MEDICA**

A partire dal 1997 R. Bellotti avvia l’attività di ricerca e formazione in Fisica Medica nel Dipartimento Interateneo di Fisica di Bari, tuttora in corso. L’attività riguarda principalmente lo sviluppo di tecniche di analisi e metodologie per l’analisi di segnali ed immagini biomediche basate sul machine learning. Nel corso degli anni l’attività si è sviluppata anche utilizzando i paradigmi del calcolo scientifico ad alte prestazioni e il cloud computing. Le tecniche diagnostiche ed i segnali biomedici indagati sono stati, nel



corso degli anni:

2.1) segnali EEG

2.2) immagini mammografiche

2.3) immagini polmonari acquisite mediante TAC a spirale a bassa dose

2.4) immagini cerebrali acquisite con la tecnica della risonanza magnetica nucleare.

## **2.1 Segnali EEG**

Le prime ricerche hanno riguardato lo studio delle serie temporali prodotte dai segnali encefalografici (EEG) per la discriminazione sano/malato nel caso di soggetti emicranici. Lo studio introduce le tecniche di analisi basate sulle reti neurali per la comprensione delle caratteristiche del segnale elettrico cerebrale e permette una accuratezza di discriminazione superiore a quella ottenibile con le tecniche tradizionali, basate su tecniche statistiche di tipo "anova". Lo studio permette l'avvio di una proficua collaborazione scientifica con il gruppo di ricerca di neurologi, attualmente coordinato dalla prof.ssa Marina de Tommaso, dell'Università degli Studi di Bari, tuttora in corso.

Successivamente lo studio dei segnali EEG ha riguardato l'analisi di serie temporali di pazienti affetti da una malattia neurodegenerativa nota come *Corea di Huntington* [ARTICOLO SCIENTIFICO #1 NELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI].

Lo studio ha condotto alla scoperta di una relazione tra il parametro utilizzato per la classificazione quantitativa degli EEG, costituito dall'output di un classificatore neurale, ed il tempo previsto per l'insorgenza delle manifestazioni fenotipiche in soggetti portatori sani: ciò ha permesso di utilizzare tale parametro come indicatore del grado di avanzamento della patologia e l'implementazione di un algoritmo diagnostico di supporto che, partendo dalle potenze spettrali dei tratti estratti dai tracciati elettroencefalografici, consente una classificazione dei soggetti patologici, con alti valori sia di sensibilità sia di specificità.

Le ricerche svolte da R. Bellotti sono evidenziate dai numerosi articoli scientifici sulla analisi dei segnali EEG, dalle attività di alta formazione [VEDI DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA #D1 E#D10], e dai progetti di ricerca finanziati su bandi competitivi, quale il Progetto PERSON ("Pervasive game for personalized treatment of cognitive and functional deficits associated with chronic and neurodegenerative diseases"), Progetto di Cluster Tecnologico finanziato dalla Regione Puglia [VEDI PROGETTO #PR7]. Il progetto vede come capofila Grifo multimedia con la collaborazione di partner industriali (come Santer Reply SpA e Noemalife SpA), Università ed Enti Pubblici di Ricerca. L'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro" partecipa con i gruppi di ricerca di Fisica medica, Nefrologia e Neurologia, la cui collaborazione scientifica è già consolidata attraverso numerose pubblicazioni e progetti di ricerca comuni.

Il progetto mira a creare e sperimentare un ambiente ICT diagnostico e terapeutico basato su un sistema pervasivo con il quale: a) fare diagnosi precoce delle malattie neurodegenerative; b) Supportare processi di terapia personalizzata. Elemento centrale dell'ambiente ICT è una nuova generazione di pervasive game con il quale l'utente potrà interagire per diagnosticare, insieme al medico, il grado di

gravità della patologia e potrà svolgere esercizi terapeutici alleviando i sintomi e rallentando il decorso del decadimento cognitivo. Il progetto è attualmente in corso.

La collaborazione con la comunità scientifica dei neurologi di UNIBA è stata formalizzata nella proposta progettuale per la costituzione del Centro Interdipartimentale di Ricerche di Eccellenza “Tecnologie Innovative per la Rivelazione e l’Elaborazione del Segnale” – TIRES - (già Centro di Eccellenza, D.M. 13.1.2000 n. 11 MURST), di cui R. Bellotti è stato vice-direttore dal 2004 al 2007.

Le attività di seguito descritte si sono sviluppate in un quadro organizzativo sviluppatosi a partire dal 2000 che vede la partecipazione di due distinte istituzioni:

- a) l’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, ente finanziatore delle attività sperimentali GPCALMA e MAGIC-5, di cui R. Bellotti è stato responsabile scientifico per l’unità di ricerca di Bari.
- b) Il Ministero dell’Università e Ricerca, ente co-finanziatore (PRIN 2005) del Programma di ricerca “Studio e sviluppo di sistemi fisico-computazionali per l’analisi distribuita di immagine biomediche”, di cui R. Bellotti è il Coordinatore Scientifico Nazionale del Programma di ricerca. L’attività coordinata da R. Bellotti nell’ambito del PRIN ha permesso di consolidare la collaborazione scientifica con i gruppi di ricerca delle sedi (Università/INFN) di Bari, Lecce, Palermo, Napoli, Sassari, Pisa, Genova, Torino, con un numero di studiosi coinvolti è stato superiore a quaranta.

Attualmente l’attività di ricerca prosegue nell’ambito della collaborazione INFN nextMR (Coordinatrice Nazionale è la dr.ssa S. Tangaro, della Sezione INFN di Bari e componente del gruppo di ricerca di Fisica medica barese) e di progetti finanziati su bandi competitivi regionali e nazionali.

L’attività scientifica vede una stretta collaborazione tra fisici e medici, finalizzata allo sviluppo ed all’applicazione di metodologie quantitative in grado di migliorare la capacità di identificazione di neoplasie e patologie neurodegenerative, anche ai fini di una diagnosi precoce.

## **2.2 Sistemi per la diagnosi precoce delle neoplasie al seno**

Il cancro alla mammella è quello con il maggior tasso di incidenza fra le donne. Il metodo diagnostico più valido per la diagnosi precoce è la mammografia. I programmi di screening, che adottano questo tipo di esame, vengono spesso effettuati con una modalità che prevede due radiologi che analizzano le immagini mammografiche in modo indipendente. Tale metodologia, denominata doppia lettura, aumenta l’accuratezza diagnostica dei programmi di screening in termini di sensibilità. Ciononostante non sono rilevate nello screening mammografico dal 4% al 38% delle lesioni tumorali a causa della notevole complessità anatomica presente in una immagine mammografia. Svariati studi dimostrano che l’utilizzo del computer per la ricerca automatizzata delle lesioni in mammografia migliora sensibilmente la capacità diagnostica dei radiologi.

Su questo tema R. Bellotti avvia una attività di ricerca locale nell’anno 2003, partecipando ad un programma di ricerca nazionale finanziato dall’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, nell’ambito della

Commissione Scientifica Nazionale 5. Il Progetto, denominato GPCALMA (Grid Platform for Computer Assisted Library for MAMmography), vede la partecipazione di gruppi di ricerca delle Università di Sassari, Palermo, Bari, Torino, e Pisa. R. Bellotti è il coordinatore della Unità di ricerca di Bari. L'attività di ricerca prosegue negli anni successivi sia con il supporto dell'INFN sia attraverso il finanziamento del Programma di ricerca "Studio e sviluppo di sistemi fisico-computazionali per l'analisi distribuita di immagini biomediche" (PRIN 2005) del Ministero dell'Università e Ricerche di cui R. Bellotti è il **Coordinatore Scientifico Nazionale**.

I risultati scientifici più rilevanti sono riportati nelle pubblicazioni [PUBBLICAZIONE #3 E #4 DELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI], entrambe con un numero di citazioni molto elevato e su riviste di riferimento internazionale nel settore della Fisica Medica: Medical Physics è la rivista della American Association of Physicists in Medicine. Il ruolo di R. Bellotti nella conduzione di queste ricerche è riscontrabile dalla produzione scientifica e di alta formazione inerenti al tema: è stato primo o ultimo autore in molte delle pubblicazioni e tutore della tesi di specializzazione in Fisica sanitaria della dr.ssa R. Massafra [#S1].

L'attività di ricerca è stata completata nel 2008 con lo sviluppo di un sistema di Computer Aided Detection per la diagnosi automatica di immagini mammografiche, basato sulla ricerca di regioni sospette tramite le caratteristiche tessiturali dell'immagine e la loro classificazione mediante una rete neurale, le cui prestazioni in termini di sensibilità e falsi positivi per immagine sono comparabili con lo state dell'arte.

Nell'ambito di questi studi viene altresì affrontato il tema della gestione e della elaborazione dei database di immagini mammografiche attraverso il nascente paradigma delle griglie computazionali, in quegli anni in fase di sviluppo e sperimentazione per i futuri esperimenti di fisica delle alte energie, in fase di costruzione al collisionatore LHC. I progetti INFN GPCALMA e PRIN2005 su menzionati gettano le basi per l'applicazione di questo nuovo paradigma ICT anche nel settore della fisica medica [PUBBLICAZIONE #5 DELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI]. I successivi progetti ReCaS e PRISMA (Anni 2011-15) realizzati presso il Dipartimento di Fisica "M. Merlin" di UNIBA e la locale sezione INFN, finanziati dal MIUR e in cui R. Bellotti ha rivestito ruoli di coordinamento e gestione, hanno beneficiato di quanto sviluppato in [#5], costituendo in entrambi i progetti delle linee rilevanti di sviluppo, come verrà dettagliato nel seguito.

E' importante sottolineare che il tema della elaborazione di dati di natura medica attraverso piattaforme distribuite di elaborazioni dati e più in generale utilizzando tecniche di calcolo scientifico ad alte prestazioni (HPC) costituisce oggi uno dei temi portanti della *e-Health* attraverso i *Big Data Analytics*. Il tema è uno degli assi portanti del progetto del Governo Nazionale Industria 4.0, a cui R. Bellotti sta partecipando come **referente di UNIBA** al tavolo di coordinamento costituito dall'Assessorato allo Sviluppo Economico della Regione Puglia.

Da un punto di vista prettamente clinico queste ricerche hanno recentemente riscosso nuovamente l'interesse della comunità scientifica grazie al recente consolidamento della tecnica della tomosintesi per la diagnosi del cancro al seno (una sorta di mammografia 3D) e dallo sviluppo di metodi per la

fusione di immagini acquisite con modalità strumentali diverse. Il gruppo di ricerca ha ricevuto ulteriore impulso su queste tematiche a partire dal 2015 partecipando al progetto “Studio e sviluppo di un sistema di supporto alla diagnosi delle neoplasie mammarie basato su imaging multimodale”, finanziato dall’Istituto di Ricerca e Cura a Carattere Scientifico Oncologico “G. Paolo II” di Bari.

In conclusione, limitatamente alle analisi di immagini mammografiche si rappresenta che hanno costituito il primo caso di studio di immagini mediche, attraverso tecniche di machine learning e tecnologie avanzate di ICT, realizzato nell’ambito di una collaborazione scientifica nazionale strutturata, a cui il gruppo di ricerca coordinato da R. Bellotti ha preso parte, anche con l’importante ruolo di coordinamento di un progetto PRIN. Queste ricerche sono state di vitale importanza per lo sviluppo di ulteriori linee di ricerca interdisciplinari nel settore dell’ICT applicato alla medicina e da un punto di vista clinico e diagnostico sono di attuale interesse e in fase di sviluppo attraverso un progetto condotto da un IRCCS e a cui il gruppo di ricerca di fisica medica barese partecipa in modo rilevante e visibile attraverso unità di personale e risorse strumentali.

### **2.3. Sistemi per la diagnosi precoce delle neoplasie polmonari**

Il cancro al polmone ha la più alta mortalità fra tutti i tipi di cancro: 31% negli uomini e 26% nelle donne. La sopravvivenza dei pazienti, a 5 anni dalla diagnosi della malattia, rimasta pressochè invariata negli ultimi 20 anni, si attesta intorno al 10-15%. La percentuale dei soggetti che al momento della diagnosi hanno una neoplasia classificata allo stadio III o IV è il 78% e la loro sopravvivenza a 5 anni varia tra lo 0% ed il 20%.

Coloro con neoplasia classificata allo stadio I o II hanno una sopravvivenza a 5 anni che varia tra il 70% e l’80%. Complessivamente, i soggetti operabili con successo sono il 20-25% del totale ed appartengono prevalentemente, agli stadi asintomatici I o II. Questo breve insieme di dati supporta le ragioni del tentativo di effettuare una diagnosi precoce della neoplasia polmonare.

La tomografia computerizzata (CT) a bassa dose offre la possibilità di avere immagini utilizzabili per la diagnosi precoce del tumore al polmone, con il beneficio di somministrare al paziente una dose di radiazioni molto inferiore a quella delle normali CT. Le CT a bassa dose vengono solitamente acquisite in modalità spirale, mentre il numero di immagini (slices) in 2D che costituiscono una CT è di circa 300. Queste immagini vengono successivamente elaborate per avere la ricostruzione in 3D del torace. Le evidenze sinora raccolte attraverso gli screening-trial portano ad affermare, sebbene non con assoluta certezza, che l’uso di CT a bassa dose è in grado di ridurre la mortalità in soggetti a rischio.

Nell’ambito degli screening di massa esiste il problema dei tempi di refertazione delle immagini di una CT da parte dei radiologi, la quale richiede tempi dell’ordine di qualche ora. Parte della comunità scientifica crede che l’utilizzo di un CAD (Computer-Aided-Detection) possa portare benefici in termini di tempo impiegato dal radiologo ma anche di precisione nella diagnosi. R. Bellotti ha partecipato ad attività di ricerca su questo tema, anche coordinando il gruppo di Bari e una vasta collaborazione scientifica nell’ambito del su citato progetto PRIN2005. La ricerca ha riguardato lo sviluppo di sistemi di

Computer Aided Detection (CAD) da utilizzare come strumento quantitativo ed automatico di supporto ai medici, nei programmi di screening finalizzati alla diagnosi precoce di neoplasie polmonari, finalizzati all'individuazione di eventuali noduli presenti nel parenchima polmonare.

La caratteristica peculiare dei sistemi CAD è che essi sono basati su algoritmi adattativi in grado di apprendere le caratteristiche proprie dei noduli, in modo da poterli individuare con un certo grado di accuratezza. Il punto cruciale riguarda quindi la disponibilità di un insieme di immagini, che sia il più esteso possibile, costituito da immagini CT correttamente diagnosticate. Infatti la quasi totalità dei CAD sinora sviluppati, commerciali e non, è basato su questo approccio ed effettua la fase di apprendimento con un insieme di immagini refertate, che è dell'ordine di poche centinaia o anche meno. Per tale ragione la validazione dei sistemi CAD avviene nell'ambito di callange internazionali.

I tre sistemi CAD sviluppati nell'ambito dei Programmi di ricerca INFN e MIUR suddetti sono stati confrontati, nell'ambito della competizione internazionale ANODE09 (<http://anode09.isi.uu.nl/>) con numerosi altri sistemi sviluppati da gruppi di ricerca internazionali, classificandosi nelle prime tre posizioni. [ARTICOLI SCIENTIFICI #7, #13 E #14 NELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI]. Le attività di R. Bellotti in questo ambito sono riscontrabili dalle suddette pubblicazioni scientifiche, dalla presentazioni a Conferenze nazionali e internazionali, dai ruoli di coordinamento in progetti nazionali e dalla attività di alta formazione [TESI DI DOTTORATO #D4].

## 2.4 IMMAGINI CEREBRALI

L'attività di ricerca sulla immagini cerebrali viene avviata a Bari attraverso una collaborazione con il gruppo di ricerca universitario ed INFN di Genova, condotto dal Direttore della scuola di specializzazione in Fisica Medica di UNIGE, prof. S. Squarcia, come work package del succitato PRIN 2005. Le ricerche sono principalmente concentrate sullo studio della **malattia di Alzheimer**, attraverso analisi morfometriche e longitudinali di database di immagini cerebrali raccolti nell'ambito di grandi progetti internazionali e multicentrici. Nei dieci anni (dal 2007 – in corso) di attività di ricerca, **R. Bellotti ha indirizzato gli studi e gli sforzi prevalenti in questo settore della fisica medica, che ora costituisce di fatto il tema caratterizzante di tutto il gruppo di ricerca che coordina, come riscontrabile dalla produzione scientifica negli ultimi anni (>2007) riportata in Appendice A.**

Il fine ultimo delle ricerche condotte è la diagnosi precoce delle malattia, indispensabile per il miglioramento delle cure. In questo ambito rivestono particolare interesse gli studi longitudinali sui soggetti a rischio (*mild cognitive impairment*) i quali possono eventualmente evolvere verso la malattia di Alzheimer (MCI-converter) ovvero restare stabili (MCI-non converter). Da un punto di vista metodologico gli studi in corso riguardano quindi l'analisi di immagini cerebrali prodotte tramite la risonanza magnetica nucleare, l'individuazione di biomarker significativi e la classificazione di dette immagini in quattro categorie distinte: sani, malati, MCI-converter ed MCI-non converter e la predizione a 12 o 24 mesi su questi ultimi due gruppi. Per il raggiungimento di questi obiettivi clinici sono stati studiati e sviluppati nuovi metodi, basati sui paradigmi della *complex network analysis* e la *voxel based*

*analysis*. Entrambe le metodologie rappresentano dei filoni di ricerca di punta a se stanti nell'ambito della meccanica statistica (complex network analysis) e pattern recognition (voxel based analysis), prodome di ulteriori sviluppi scientifici: la complex network analysis è stata applicata per uno studio sul *public funding evaluation* che ha ricevuto notevole interesse internazionale [VEDI SEZIONE ECONOFISICA] con due presentazioni *Invited* di R. Bellotti a conferenze delle Nazioni Unite; la voxel based analysis è strettamente collegata al Deep Learning, che costituisce uno dei filoni di maggior sviluppo nella analisi di dati basata su apprendimento e su cui il gruppo di ricerca sta avviando nuove attività di ricerca.

L'apporto alla conoscenza su questo tema da parte del gruppo di ricerca coordinato da R. Bellotti è riscontrabile le numerose pubblicazioni scientifiche sul tema, anche in collaborazione con gruppi di ricerca internazionali, la partecipazione a challenge internazionali, con risultati di assoluta eccellenza. Inoltre R. Bellotti è stato tutore di numerosissime tesi di laurea magistrale e di **5 tesi di dottorato di ricerca in fisica e una tesi di specializzazione in Fisica Sanitaria** [TESI DI DOTTORATO #4, #9, #11, #13, #15, E TESI DI SPECIALIZZAZIONE #S2] in questo specifico ambito.

Si rimarca che gli studi effettuati hanno trovato riscontro in pubblicazioni [ARTICOLI SCIENTIFICI #15 E #16 NELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI] su **riviste cliniche di grande impatto** (Alzheimer's & Dementia, IF = 11) nell'ambito di vaste collaborazioni internazionali e con il supporto del Consorzio che conduce il progetto "Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative".

### **3. ESPERIMENTI DI FISICA DEI RAGGI COSMICI**

A partire dal 1988 ha condotto ricerche nel campo delle astroparticelle, partecipando a tre principali attività sperimentali:

3.1 esperimento MACRO, presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso;

3.2 esperimenti della Collaborazione Wizard, con misure di raggi cosmici al sommo della atmosfera tramite apparati trasportati da palloni;

3.3 esperimento PAMELA, con misure di raggi cosmici al sommo della atmosfera tramite apparato trasportati da satellite. L'attività è tutt'ora in corso con il completamento della analisi dei dati raccolti dall'apparato PAMELA.

Gli esperimenti di Fisica delle alte energie ed astrofisica richiedono l'utilizzo di strumenti complessi per l'analisi dei dati, per due ragioni:

-) il numero molto elevato di dati prodotti;

-) il basso rapporto segnale-rumore.

Per queste ragioni a partire dai primi anni novanta sono state proposte tecniche di acquisizione e riconoscimento automatico degli eventi, basate sul pattern recognition. Tra queste si sono imposte le tecniche basate sul machine learning. In questo contesto scientifico R. Bellotti ha sperimentato gli strumenti suddetti, specializzandoli ai problemi di analisi di dati di propria pertinenza scientifica e proponendo nuovi approcci metodologici.

Si rimarca la continuità culturale e metodologica tra le ricerche effettuate nel campo della fisica dei raggi cosmici e le attività di fisica applicata (medicina ed econofisica), che hanno come comune denominatore lo sviluppo di sistemi di acquisizione ed analisi di dati ad elevata complessità.

Si riporta nel seguito il dettaglio delle ricerche scientifiche condotte nell'ambito della Fisica dei raggi cosmici.

### **3.1 ESPERIMENTO MACRO**

R. Bellotti ha partecipato all'esperimento sin dalle fasi di progettazione, dal 1989 è stato membro ufficiale della collaborazione. L'esperimento sotterraneo MACRO (Monopole, Astrophysics and Cosmic Ray Observatory), installato nella sala B dei Laboratori sotterranei del Gran Sasso con una copertura media di 3700 metri di acqua equivalente, ha esplorato la radiazione cosmica per mezzo della rivelazione dei muoni prodotti nelle interazioni tra i raggi cosmici e l'atmosfera terrestre. Esso è stato in funzione ed ha rivelato eventi (principalmente muoni, circa 18.000 al giorno) dal maggio 1987 sino al dicembre 2000 ed ha rappresentato uno degli apparati più evoluti e sofisticati nello scenario mondiale degli esperimenti sulla Fisica dei raggi cosmici. All'esperimento MACRO hanno partecipato più di cento ricercatori provenienti da Università e Centri di Ricerca italiani e degli Stati Uniti. Nel corso della lunga presa dati l'esperimento MACRO ha indagato numerosissimi aspetti della fisica dei raggi cosmici con ha compiuto misure di estrema precisione e significatività, molte delle quali riportate nel Particle Data Book. Il contributo di R. Bellotti in questo esperimento ha riguardato aspetti sostanzialmente strumentali ed attività di analisi connesse a tali strumenti, in particolare: la realizzazione del trigger di muoni [VEDI SEZIONE 1.1.1] e il rivelatore di radiazione di transizione [VEDI SEZIONE 1.1.2].

#### **3.1.2 Trigger di primo livello dell'esperimento MACRO**

Nel periodo 1988-1991 ha collaborato alla progettazione, realizzazione e studio delle prestazioni del sistema di trigger per muoni dell'apparato di misura dell'esperimento MACRO. Esso è basato su memorie integrate EPROM (Erasable Programmable Read Only Memories) ed ha consentito di acquisire tipologie di eventi particolarmente complesse, utilizzando i segnali da 26 rivelatori indipendenti e riducendo la frequenza di conteggio da circa 6 ordini di grandezza con efficienza superiore al 99%. Questo sistema di trigger è stato in funzione su tutto l'apparato MACRO dalle prime prese dati (1988), per tutta la durata dell'esperimento [PUBBLICAZIONE #4 IN APPENDICE A]. Un'attività strettamente collegata allo sviluppo del trigger di Macro ha trovato realizzazione in un progetto denominato **ANNEXT**.

Nel periodo 1995-1997 ha partecipato al progetto ANNEXT (ARTificial Neural Network for EXperimental Triggers) finalizzato allo studio e lo sviluppo di sistemi di trigger, basati su reti neurali. Al progetto hanno aderito gruppi di ricerca delle Università di Bari, Bologna e Pisa, dell'Università di Versailles (Francia) e l'Istituto KTH di Stoccolma (Svezia). Il progetto è stato finanziato, per quel che riguarda la componente italiana, dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare nell'ambito dei programmi di ricerca applicata e trasferimento tecnologico (Commissione Scientifica nazionale 5). Il progetto si è

concluso con la realizzazione di un sistema di trigger basato sul chip neurale MA16 prodotto dalla Siemens.

### **3.1.2 Il rivelatore di radiazione di transizione per l'esperimento MACRO**

Il rivelatore di radiazione di transizione sviluppato per l'esperimento sotterraneo MACRO ha effettuato la misura della energia residua dei muoni sotterranei. E' un rivelatore di grandi dimensioni (72 m<sup>3</sup>) e consiste in 960 tubi proporzionali (6 x 6 cm<sup>2</sup> x 6 m) per la rivelazione della radiazione di transizione organizzati in 10 piani sensibili, compresi tra 11 strati di radiatore di tipo Ethafoam 220, di 10 cm di spessore. L'elettronica di lettura dei dati (front-end del rivelatore) è di tipo cluster counting.

L'opportunità sperimentale del TRD dell'esperimento MACRO di misurare l'energia dei muoni sotterranei, unica nel panorama mondiale, ha permesso di aggiungere importanti elementi di comprensione nello studio della composizione chimica dei raggi cosmici.[PUBBLICAZIONI: #3, #52, #64 IN APPENDICE A]

### **3.2 GLI ESPERIMENTI DELLA COLLABORAZIONE WIZARD**

R. Bellotti è stato membro della collaborazione WIZARD dal 1991, ha inoltre partecipato allo studio di dati raccolti dalla collaborazione in esperimenti eseguiti in anni precedenti (1989).

Nell'ambito delle ricerche di carattere fondamentale esiste l'interesse di una vasta comunità scientifica internazionale per lo studio sperimentale della componente di antimateria presente nei raggi cosmici. La scoperta della presenza di antiprotoni nei raggi cosmici è avvenuta nel 1979 per opera di un gruppo di ricercatori guidati dal prof. R.L. Golden del Particle Astrophysics Laboratory, New Mexico State University (USA). Da allora svariati gruppi di ricerca hanno confermato la presenza di antimateria nei raggi cosmici, riuscendo a rivelare la presenza di antiprotoni con energia ben superiori a 10 GeV e positroni sino ad energia oltre i 40 GeV.

In questo contesto la collaborazione internazionale WIZARD, nata nella seconda metà degli anni '80 sotto la guida del prof. R.L. Golden, ha eseguito un vasto programma di ricerca sui raggi cosmici, durata sino al 1998.

Alla collaborazione WIZARD hanno partecipato circa quaranta ricercatori provenienti da istituzioni universitarie e di ricerca dell'Italia (Dipartimenti di Fisica dell'Università di: Bari, Firenze, Trieste, Napoli, Roma II e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), gli Stati Uniti, la Germania, la Svezia, l'India.

La collaborazione ha compiuto 6 distinti esperimenti, trasportando complessi apparati sperimentali alla sommità dell'atmosfera (circa 36 Km) per mezzo di palloni. L'apparato di misura è costituito da uno spettrometro magnetico permanente, costruito dalla New Mexico State University e presente in tutti i voli della collaborazione Wizard, e da diversi rivelatori di particelle, progettati e costruiti per eseguire al meglio le misure. Essi hanno rappresentato gli esperimenti di prima generazione della collaborazione WIZARD, che è attualmente impegnata nella missione spaziale PAMELA.

Nell'ambito dell'esperimento avvenuto nel 1989, R. Bellotti ha collaborato alla analisi di dati raccolti



durante la fase di ascesa del “payload” (nell'intervallo di altitudine da 0.6 a 36 Km) determinando lo spettro dei muoni negativo nell'intervallo di energia da 0.3 a 40 GeV[PUBBLICAZIONE #26 NELLA LISTA IN APPENDICE A].

Muoni di entrambi i segni vengono prodotti nei decadimenti dei mesoni intermedi, a loro volta creati nelle catene di interazione dei raggi cosmici primari in atmosfera.

La misura del loro flusso ha costituito un importante mezzo di verifica per i modelli di sviluppo degli sciami atmosferici. Inoltre il flusso di muoni in atmosfera può essere usato direttamente per calcolare i flussi di neutrini muonici ed elettronici, prodotti nei decadimenti dei pioni e muoni. I risultati della collaborazione WIZARD sui flussi dei muoni in atmosfera hanno rappresentato per lungo tempo le informazioni più dettagliate ed estese disponibili sull'argomento e sono state riportate nel Particle Data Book.

Altri risultati particolarmente significativi ottenuti dagli esperimenti suddetti hanno riguardato la identificazione dei primi antiprotoni con energia maggiore di 18 GeV; le misure dello spettro degli antiprotoni e del rapporto antiprotone/protone.

R. Bellotti ha partecipato agli esperimenti della collaborazione WIZARD occupandosi in particolare di:

- a) progettazione, realizzazione e test su fascio del rivelatore di radiazione di transizione utilizzato per l'esperimento TS93;
- b) studio ed applicazione di algoritmi di calcolo basati su reti neurali per l'analisi off-line di dati acquisiti dal rivelatore di radiazione di transizione e del calorimetro a silicio-tungsteno;
- c) partecipazione, presso il Particle Astrophysics Laboratory della New Mexico State University e presso il sito di lancio, alla fase di integrazione dei rivelatori di particelle nella struttura permanente dell'apparato (payload)
- d) partecipazione ai gruppi di lavoro di analisi di dati, sviluppando tecniche di analisi ad hoc basate sul machine learning.

Relativamente ai punti b) e d) si rappresenta la consistente produzione scientifica di R. Bellotti sul tema, caratterizzata da pubblicazioni di carattere metodologico e aventi R. Bellotti come primo autore o come corresponding authors[PUBBLICAZIONE 14, 17, 22, 23, 27, 48, 51, 123 DELLA LISTA IN APPENDICE A]. Le metodologie basate su algoritmi adattativi specifiche per la classe di esperimenti WIZARD sono state presentate negli anni '90 a numerose conferenze, sia di fisica dei raggi cosmici sia di pattern recognition, in questo ultimo caso come Relazioni su invito [CONFERENZE SPIE, PUBBLICAZIONE 18 E 25 DELLA LISTA IN APPENDICE A].

### **3.3L'ESPERIMENTO PAMELA**

L'esperimento PAMELA è stato ideato proposto dalla collaborazione WIZARD, a cui si sono uniti diversi gruppi di istituzioni universitarie e di ricerca della Russia, per lo studio della componente di antimateria nella radiazione cosmica. Esso è stato progettato per misurare antiprotoni e positroni di alta energia con una accuratezza e significatività statistica senza precedenti. L'apparato di misura permette un fattore

di rivelazione dell'ordine di  $10^{-6}$  sia per la discriminazione antiprotone/elettrone in un intervallo di energia tra circa 80 MeV e 100 GeV sia per quella positrone/protone da circa 50 MeV a 60 GeV.

L'apparato PAMELA consiste di uno spettrometro magnetico con un magnete permanente ed un dispositivo di tracciamento a piani di silicio. Lo spettrometro è rivestito esternamente di uno schermo di scintillatori in anticoincidenza ed è inserito all'interno di un sistema di scintillatori utilizzato per scopi di trigger, misura di carica e di tempo di volo. L'apparato è completato da un calorimetro a tungsteno-silicio per la identificazione delle particelle.

R. Bellotti partecipa all'esperimento sin dalla stesura della *Proposal* (1995) e, nel corso degli anni, si è occupato principalmente dello sviluppo degli algoritmi per la classificazione degli eventi, al fine di migliorare il rapporto segnale-rumore dell'apparato, attraverso l'analisi dei dati prodotti dai programmi di simulazione dell'apparato, i dati acquisiti dai rivelatori durante i test con fasci di particelle note (CERN) ed infine con l'analisi dei dati sperimentali.

L'apparato PAMELA è montato sul satellite russo Resurce DK1 e il 15 giugno 2006 è stato lanciato con un razzo Soyouz dal cosmodromo di Baikonur. L'apparato ha completato la fase di presa dati a fine 2015.

L'esperimento ha prodotto una messe di risultati sperimentali di primaria importanza nella fisica dei raggi cosmici e per l'astrofisica in generale. Tra questi si citano solo, per brevità, la misura dei positroni e degli antiprotoni. Nel primo caso i risultati sperimentali sono stati pubblicati su NATURE il 2 Aprile 2009 e l'articolo scientifico è stato citato più di duemila volte.

Nell'ambito della collaborazione Pamela R Bellotti ha partecipato allo sviluppo degli algoritmi di machine learning che sono stati utilizzati per molte delle analisi dei dati sperimentali, quella dei positroni in primis. Si evidenzia il contributo di R. Bellotti anche attraverso pubblicazioni di carattere metodologico, avente come oggetto lo sviluppo di algoritmi di classificazione per l'esperimento PAMELA [PUBBLICAZIONE #155 DELLA LISTA IN APPENDICE A], sia le due tesi di dottorato [TESIDI DOTTORATO #D3 E #D7] di cui è stato tutore che hanno riguardato questi argomenti.

Per meglio evidenziare l'elevato livello di **autonomia scientifica** si rappresenta che l'attività di ricerca in fisica applicata riguardante in particolare lo sviluppo e l'applicazione di metodi di elaborazione di segnali ed immagini per l'analisi di dati di natura biomedica, socio-economica ed ambientale è stata **avviata ex-novo** da R. Bellotti nel Dipartimento di Fisica di Bari.

Attualmente il gruppo di ricerca coordinato da R. Bellotti è composto da due professori associati, una ricercatrice INFN e circa dieci tra dottorandi, assegnisti e ricercatori a tempo determinato. La produzione scientifica ha raggiunto visibilità internazionale e soprattutto ha oltrepassato la fase di *proof of concept*: gli studi vengono condotti su dati di ricerca clinica e i risultati sono presentati oltre che sulle riviste specifiche del pattern recognition e della fisica applicata anche su riviste cliniche.

## **RICONOSCIMENTI E PREMI NAZIONALI ED INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA**

I premi sotto indicati sono relativi a *challenge* internazionali a cui il gruppo di ricerca coordinato da R. Bellotti ha preso parte. Le *challenge* hanno lo scopo di confrontare in modo quantitativo e su insiemi di dati comuni e *in cieco* i diversi approcci ed algoritmi di classificazione e/o diagnosi sviluppati dai diversi gruppi di ricerca. Esse permettono quindi un confronto diretto degli algoritmi attraverso figure di merito tipiche (accuratezza, efficienza, ecc) su dati di *validazione*, fornendo in questo modo una stima della bontà degli algoritmi di classificazione/diagnosi in casi reali.

**2018:** La pubblicazione “**2018 UN E-Government Survey**” (<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-un-e-government-survey.html>), riporta nel capitolo “**Fast-evolving technologies in e-government: Government Platforms, Artificial Intelligence and People**” un paragrafo dal titolo **AI and deep machine learning for early diagnosis of brain diseases** (pag. 191) che descrive le ricerche ed i risultati condotti dal gruppo di ricerca che coordino, unico gruppo di ricerca italiano menzionato nella pubblicazione.

**2017:** Tra i 10 personaggi rappresentativi del 2017 ne “**Il libro dell’anno**”, edito da Treccani.

**2016: 1° posto** nella challenge internazionale “Mild Traumatic Brain Injury Outcome Prediction” (mTOP2016) organizzata da: Università di Cambridge, Imperial College di Londra e Politecnico di Monaco. I risultati sono stati resi noti in occasione della 19esima Conferenza “Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention” (MICCAI). La notizia è stata anche resa nota dal Corriere della Sera – Edizione Bari il 23-10-2016.

**2014: 1° posto** nella challenge internazionale MICCAI 2014 Machine Learning Challenge (MLC) “Predicting Binary and Continuous Phenotypes from Structural Brain MRI Data” organizzata da Laboratory for Computational Imaging Biomarkers di Harvard Medical School. I risultati sono stati resi noti in occasione della 17esima Conferenza “Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention” (MICCAI). La notizia è stata anche resa nota dal TG3 – Puglia del 20-06-2014 e da numerosa stampa [VEDI § DI RASSEGNA STAMPA].

## **COLLABORAZIONI CON GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI**

Le attività di ricerca appena descritte hanno attivato numerose collaborazioni scientifiche nell’ambito delle ricerche nel settore SSD FIS/07, riscontrabili attraverso pubblicazioni scientifiche congiunte, progetti di ricerca comuni e attività di alta formazione sugli argomenti oggetto delle collaborazioni; si riportano nel seguito:

A livello locale R. Bellotti ha attivato collaborazioni stabili con gruppi di ricerca di eccellenza nel settore della neurologia, nefrologia e psichiatria.

Nell’ambito delle attività di Fisica Medica finanziate da INFN e MIUR con i gruppi di ricerca di Lecce, Genova, Pisa, Torino, Sassari, Palermo, Napoli Federico II, Trieste, Politecnico di Bari.

Nell’ambito dei progetti PON sono state attivate collaborazioni scientifiche con gruppi di ricerca nel settore del Calcolo Scientifico ad Alte prestazioni delle Università e/o Sezioni INFN di Napoli Federico II, Catania, Cosenza (PON ReCaS).

A livello internazionale il gruppo di ricerca collabora nelle analisi congiunte di dati biomedici, nell’ambito

di studi comparati e challenge[ARTICOLI SCIENTIFICI #14, #15, E #16 NELLA LISTA DEI 16 LAVORI PRESENTATI].

## **INCARICHI DI RESPONSABILITÀ**

R. Bellotti ha rivestito incarichi di responsabilità e coordinamento scientifico e gestionale nei seguenti progetti di ricerca:

- a) Responsabile Scientifico Nazionale del progetto PRISMA;
- b) Responsabile locale e membro del Comitato di gestione del progetto ReCaS;
- c) Coordinatore Scientifico Nazionale di un progetto di ricerca PRIN;
- d) Responsabile di Unità di Ricerca Locale di esperimenti INFN GPCALMA e MAGIC-5.

Si rimarca, per gli ultimi due progetti, l'enorme complessità scientifica e gestionale affrontata: l'ammontare complessivo del costo dei due progetti è stato di oltre 40 milioni di euro, impegnati, spesi e rendicontati nel periodo 2011-15, di cui circa 10 milioni di euro gestiti direttamente da R. Bellotti per le istituzioni INFN e Università degli Studi di Bari "Aldo Moro".

## **PARTECIPAZIONE, PROMOZIONE E GESTIONE DI PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANZA NAZIONALE ED INTERNAZIONALE E DI ATTRAZIONE DI FINANZIAMENTI**

Nel seguito si riportano i progetti condotti con **diretta responsabilità scientifica e finanziaria**.

Per il quadriennio 2012-2015 è stato responsabile di fondi di ricerca, per un valore complessivo di oltre **10 milioni di euro** e aventi come Ente Attuatori **l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro e l'INFN** in partenariato con altre Università, Enti Pubblici di Ricerca ed Imprese private. Nel caso dei Progetti PON, ha operato con la delega diretta ed esclusiva del Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro" e del Presidente dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

PR7. 2016-in corso: Responsabile dell'Unità di Ricerca del Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin" del Progetto **PERSON** (Pervasive game for personalized treatment of cognitive and functional deficits associated with chronic and neurodegenerative diseases). Il Progetto è finanziato dalla Regione Puglia ed è incentrato sullo studio del recupero cognitivo attraverso l'uso di serious games. Il gruppo del Dipartimento di Fisica ha il compito di sviluppare gli algoritmi di analisi delle serie temporali da elettroencefalografia dei soggetti impegnati nel 'gioco' ottenuti da un sistema di brain computer interface. La compagine scientifica del progetto include, oltre che l'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", anche l'INFN, Unisalento e POLIBA. Il soggetto capofila è Grifo Multimedia SrL e tra i partner sono presenti anche aziende di grandi dimensioni come Noemalife e Reply. L'attività, finanziata nell'ambito dei bandi Cluster tecnologici, rappresenta un caso tipico di Trasferimento Tecnologico tra il mondo della ricerca accademica e il mondo della ricerca industriale.

PR6. 2011-2015: Partecipazione al Progetto: **Smart Health 2.0**

Obiettivo generale del progetto, coerentemente con l'azione Smart Health del bando "Smart cities and communities and social innovations", è la creazione di un'infrastruttura tecnologica innovativa, anche in ambiente Cloud, sulla quale sviluppare diversi servizi ad alto valore aggiunto per consentire l'attivazione di nuovi modelli di attività nell'area della salute e del benessere. Nel Progetto Smart Health 2.0 R. Bellotti ha avuto la responsabilità della attivazione, presso il Dipartimento di Fisica di Bari, di un nodo della infrastruttura europea DECIDE, che prevede l'analisi su piattaforme Cloud di segnali ed immagini finalizzate alla diagnosi precoce della malattia di Alzheimer. È stato inoltre sviluppato in collaborazione con il gruppo di ricerca coordinato dal prof. L. Gesualdo (Ordinario e Direttore della Nefrologia del Policlinico di Bari), un sistema completamente automatico di supporto clinico e assistenziale inserito nella piattaforma di telemonitoraggio dei pazienti affetti da uremia cronica, funzionale alla assistenza sanitaria di tali pazienti presso le proprie abitazioni (**home care**). Il sistema, basato su tecniche di machine learning, è stato oggetto di una pubblicazione internazionale in collaborazione coi ricercatori del gruppo di Nefrologia [S. Tangaro, A. Fanizzi, N. Amoroso, R. Corciulo, E. Garuccio, L. Gesualdo, G. Loizzo, D. A. Procaccini, L. Vernò, R. Bellotti, *Computer Aided Detection System for prediction of the malaise during hemodialysis*, Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2016]. Il progetto è stato finanziato nell'ambito del Programma Operativo Nazionale "R&C" 2007-2013 per le Regioni della Convergenza – Smart Cities".

PR5. 2011-2015: Responsabile Scientifico del Progetto di Ricerca: "**Piattaforme cloud Interoperabili per SMART-Government**" **PRISMA**

PRISMA è finalizzato alla promozione dell'utilizzo di tecnologie ICT da parte di cittadini, Imprese e Pubblica Amministrazione attraverso una piattaforma Cloud open in grado di fornire ambienti virtuali di calcolo, archiviazione e sviluppo applicativo ad alto livello di riuso. La piattaforma è conforme a standard di diffusione internazionale e rilasciata con una licenza Open Source che ne consente l'utilizzo gratuito. La piattaforma Cloud Open Source sviluppata con il Progetto PRISMA è installata presso il Data Center ReCaS e il **Data Center di InnovaPUGLIA** (partner del progetto PRISMA) e presso l'**Ospedale Cardinal Panico di Tricase** (LE) e attualmente permette l'utilizzo di risorse di calcolo e storage in modalità cloud (macchine virtuali) a circa cento distinti gruppi di ricerca e utenti istituzionali e privati esterni. Si rappresenta in particolare l'attività svolta in collaborazione con l'**ARPA Puglia**, attraverso una convenzione scientifica tra l'Agenzia regionale ed INFN, di cui R. Bellotti è responsabile scientifico. La convenzione prevede sia l'utilizzo di risorse di calcolo del Data Center ReCas, nella modalità di erogazione sviluppate attraverso il progetto PRISMA, sia una attività di ricerca congiunta riguardante lo sviluppo di modelli di fisica dell'atmosfera ed in particolare modelli meteorologici specifici per siti geografici di particolare interesse per l'Agenzia, quale ad esempio il sito dell'insediamento industriale ILVA e i quartieri della città di Taranto vicini. Lo sviluppo di modelli meteorologici precisi permette all'Agenzia di monitorare gli effetti delle polveri sottili emesse dalla produzioni industriali nella direzione dei complessi abitati e di ordinare la riduzione della produzione industriale nei giorni (wind days) di

maggior criticità. L'attività di ricerca suddetta è stata oggetto di pubblicazioni scientifiche in collaborazione con ARPA Puglia ed il CNR, oltre che di due tesi di dottorato, una delle quali attualmente in corso [TESI DI DOTTORATO #D12 E #D14]. L'attività di formazione legata al progetto PRISMA si è esplicata attraverso tre Master universitari, uno dei quali è stato coordinato da R. Bellotti [VEDI § DI ATTIVITÀ DIDATTICA E DI ALTA FORMAZIONE, MASTER M1, SECONDA EDIZIONE]. Il progetto è stato finanziato nell'ambito del Programma Operativo Nazionale "R&C" 2007-2013 per le Regioni della Convergenza – Smart Cities". Il Progetto PRISMA ha realizzato una piattaforma infrastrutturale innovativa, aperta e interoperabile di Cloud Computing per i servizi di e-Government. Il costo complessivo del progetto è di 27.500.000 € ed ha visto coinvolti una pluralità di partner: Università, INFN, CNR, due aziende private: Sielte e Reply, e InnovaPUGLIA, Società in-house di Regione PUGLIA.

PR4. 2011-2015: Responsabile del work package per lo sviluppo dei sistemi di imaging e **Responsabile del progetto di Formazione** del Progetto: **AMIDHERA: Advanced Mini-invasive Systems for Radiotherapy and Diagnosis**.

Il progetto è finalizzato allo sviluppo e messa in opera di un acceleratore lineare di protoni per terapia oncologica e allo sviluppo di sistemi di imaging avanzati basati sulla navigazione di nanoparticelle in campi magnetici. Nell'ambito del Progetto il gruppo di ricerca coordinato da R. Bellotti ha affrontato in particolare il tema della ricostruzione del segnale prodotto dal sistema di imaging realizzato dal partner di progetto Masmec, basato sulla navigazione di farmaci trasportati da nanoparticelle per mezzo di campi elettromagnetici. [TATEO A, IURINO A, SETTANNI G, ANDRISANI A, STIFANELLI PF, LARIZZA P, MAZZIA F, MININNI RM, TANGARO S, BELLOTTI R., "HYBRID X-SPACE: A NEW APPROACH FOR MPI RECONSTRUCTION", PHYSICS IN MEDICINE & BIOLOGY 2016 VOLUME 61, PAGINE 4061-77, 2016]. Il Progetto è stato finanziato nell'ambito del Programma Operativo Nazionale "R&C" 2007-2013 per le Regioni della Convergenza – Potenziamento Distretti", condotto dal **Distretto della Meccatronica MEDIS** e che vede la partecipazioni delle imprese **ITEL Comunicazioni S.r.l.**, **Masmec s.r.l.** ed Università e **CNR**.

PR3. 2011-2015: Membro del Comitato di Gestione del Progetto: **ReCaS: "Rete di Calcolo per SuperB e altre applicazioni"**.

Il progetto ha portato alla realizzazione di quattro centri di calcolo ad alte prestazioni. Quello realizzato a Bari, inaugurato nel luglio 2015, è tra i più potenti e versatili nel territorio nazionale. Il potenziamento strutturale realizzato è di supporto all'aumento di competitività delle imprese, PA ed Enti Pubblici di Ricerca della Regione Puglia, è utilizzato degli esperimenti del **CERN di Ginevra** e da numerose altre comunità scientifiche internazionali, che utilizzano i sistemi di calcolo ad alte prestazioni, quali la Medicina, le Biotecnologie e l'Ambiente. La modalità di erogazione dei sistemi di cpu/storage avviene attraverso il paradigma del Cloud Computing in modalità open source, secondo gli standard sviluppati nell'ambito del progetto PRISMA. R. Bellotti è stato il Responsabile Scientifico del Data Center per quel che riguarda la quota di finanziamenti e di attività in carico all'Università degli Studi di Bari Aldo Moro".

ReCaS è attualmente inserito come infrastruttura di riferimento per lo sviluppo della programmazione PON 20014-20 di Regione Puglia ed in particolare per le attività che in ambito regionale verranno svolte nel progetto nazionale **Industria 4.0**[VEDI § DI ATTIVITÀ DI SERVIZIO ED ISTITUZIONALI DI R. BELLOTTI]. L'insieme degli sviluppi scientifici, tecnologici e formativi che sono stati adottati attraverso la realizzazione del progetto ReCaS sono stati riportati nel volume dal titolo: **High Performance Scientific Computing Using Distributed Infrastructures - Results and scientific applications derived from the Italian PON ReCaS Project**, edito dalla Scientific World e di cui R. Bellotti è uno degli Editori. L'attività di formazione legata al progetto ReCaS si è esplicata attraverso due Master universitari, uno dei quali è stato coordinato da R. Bellotti [VEDI § DI ATTIVITÀ DIDATTICA E DI ALTA FORMAZIONE, MASTER M1, PRIMA EDIZIONE]

PR2. 2008-2009: Responsabile Scientifico del Progetto di Ricerca, finanziato nell'ambito dei **Programmi PIA PIT n. 3 della Regione PUGLIA: "Studio e sviluppo di una piattaforma ICT basata su modelli computazionali predittivi per soluzioni integrate nella determinazione del rischio operativo e di credito applicato al settore agricolo e agro-industriale"**.

Il Programma di ricerca, che ha coinvolto circa 30 ricercatori, ha sviluppato modelli per la valutazione del rischio operativo e rischio di credito nell'ambito del Nuovo Accordo sul Capitale di Basilea (Basilea II). Il costo complessivo del progetto è stato di circa 1.300.000 €, ed è stato condotto dalla Fondazione FORMIT e dal Consorzio di Ricerca CARMA, con la partecipazione dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro".

PR1. 2006-2007: Responsabile Scientifico Nazionale del Progetto PRIN (Programma di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale) **"Studio e sviluppo di sistemi fisico-computazionali per l'analisi distribuita di immagini biomediche"**.

Il Programma di ricerca PRIN ha coinvolto circa 40 ricercatori di 7 sedi universitarie (Bari, Napoli, Genova, Pisa, Torino, Lecce, Politecnico di Bari) ed ha sviluppato sistemi software integrati per l'analisi su piattaforma Grid di immagini mammografiche, polmonari e cerebrali, finalizzati alla diagnosi precoce di patologie oncologiche e neurodegenerative. Il costo complessivo del progetto è stato di 350.000 €, escluso le spese di personale.

A partire dal 2004 è stato **responsabile dei finanziamenti privati** (contratti conto terzi) che seguono. **CR4.2018 in corso**: Responsabile dell'Unità di Ricerca del Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin" del Progetto conto terzi **"ECHO SYSTEM"** nell'ambito del Piano Nazionale di Ricerca Militare 2016 tra il Ministero della Difesa Segretariato Generale della Difesa e Direzione Nazionale degli Armamenti - Direzione degli Armamenti Navali (NAVARM) e il Raggruppamento Temporaneo di Imprese (R.T.I.) costituito tra la società "Engineering-Ingegneria Informatica" e l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro. L'obiettivo del progetto è di realizzare una piattaforma hardware e software di supporto alle decisioni per la classificazione di oggetti rilevanti in mare aperto, attraverso l'analisi del segnale acustico acquisito con sensori sonar.

CR3.**2016-in corso**: Contratto tra Sitael e Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”, nell’ambito del progetto “Ricerca e Sviluppo di un sistema innovativo per l’acquisizione, elaborazione e presentazione dati/risultati delle prove di volo su veivoli GA e UAV basato su tecniche di Data Fusion in ambiente Cloud”, per un valore complessivo del contratto di 80.000 euro.

CR2.**2012-2014**: Contratto tra Masmec e Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”, nell’ambito del progetto **VIRTUALAB**, per un valore complessivo del contratto di 60.000 euro.

CR1.**2008-2009**: Contratto tra Fondazione Formit e Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”, nell’ambito del progetto **Programmi n. 3** [VEDI PROGETTO PR2], per un valore complessivo del contratto di circa 400.000 euro.

## **CAPACITÀ DI PROMOZIONE DI ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO E TERZA MISSIONE**

L’attività di trasferimento tecnologico e di terza missione di R. Bellotti si è esplicata principalmente attraverso la collaborazione scientifica con molteplici istituzioni pubbliche e rapporti di consulenza con imprese private. Quest’ultima attività, di terza missione, è strettamente connessa con l’attrazione di finanziamenti esterni.

Più precisamente ha collaborato come esperto per: Nazioni Unite, Protezione Civile, Ministero delle Difesa e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. L’attività ha trovato riscontro nell’ambito di progetti finalizzati e documentati con pubblicazioni di ampia risonanza (i.e. il documento delle Nazioni Unite “E-government Survey”, edizioni del 2012 e 2014) o con risultati tecnici rilevanti per l’avanzamento dei progetti, come nel caso dell’analisi costi-benefici riportata nel seguito. L’attività riguarda sostanzialmente il **trasferimento tecnologico** di metodologie e tecniche sviluppate nell’ambito della ricerca scientifica condotta da R. Bellotti negli ambiti della Fisica Applicata. Si riportano nel seguito le attività più rilevanti svolte in collaborazione con Enti esterni.

### **ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**

1988-in corso: **Associazione Scientifica e Responsabile di attività di ricerca e gestione**

**MINISTERO DELLA DIFESA E IL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E TRASPOSTI**

2004-2007: Responsabile **dell’Analisi Costi Benefici** ex-Post del Progetto “Vessel Traffic System” (VTS) del Ministero della Difesa e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti. Il contratto VTS ha avuto importo di **70 milioni di euro** e l’Analisi Costi Benefici, eseguita per conto della **Fondazione FORMIT**, ha presentato carattere di innovatività, sostituendo l’analoga analisi condotta ex-Ante dalla Società Price-Waterhouse-Cooper.

### **PROTEZIONE CIVILE**



2010-2011: Responsabile di work package, nel Progetto “Domino effects modelling infrastructures collapse”, condotto dalla **Protezione Civile** e commissionato dalla Commissione Europea - DG Giustizia Libertà Sicurezza.

OSPEDALE CARDINAL G. PANICO DI TRICASE (LE)

2013–in corso: **Collaborazione scientifica** per le attività di trasferimento tecnologico legate alla Risonanza Magnetica Nucleare 3T e le infrastrutture ICT.

NAZIONI UNITE – DESA - DIPARTIMENTO PUBBLICA AMMINISTRAZIONE E DEVELOPMENT MANAGEMENT

2010–2015: **Quantitative Analyst Consultant** del Department of Economic and Social Affairs Division for Public Administration and Development Management. Ha partecipato alla redazione dei Documenti: **United Nations E-government Survey 2012 e 2014**. I documenti, disponibili in rete sul sito delle Nazioni Unite, tradotti anche in russo, spagnolo e cinese, sono stati scaricati *via web* circa un milione di volte. Essi rappresentano lo studio più accurato sullo stato e la diffusione dell'**e-Government** in ognuno degli Stati Membri: sono utilizzati da investitori pubblici e privati per definire le proprie politiche di sviluppo e dai Governi degli Stati Membri per meglio indirizzare le attività di e-Government dei propri **Ministeri** e delle proprie **Regioni**. A partire dal 2010 partecipa alla definizione degli indicatori di misura utilizzati per stabilire il “ranking” tra gli Stati Membri e allo sviluppo della modellazione statistica dei dati, proponendo tecniche e metodologie *ad hoc*. [I DOCUMENTI ALLA CUI STESURA HA PARTECIPATO R. BELLOTTI SONO DISPONIBILI AL SEGUENTE LINK: [HTTP://UNPAN3.UN.ORG/EGOVKB/EN-US/REPORTS/UN-E-GOVERNMENT-SURVEY-2014](http://unpan3.un.org/egovkb/en-us/reports/un-e-government-survey-2014)]

CONSORTIUM GARR

2013–2015: **Validatore Scientifico del Programma di Formazione collegato al Progetto GARR X-Progress** [VEDI ATTIVITÀ DIDATTICA]

CONSORZIO CARMA (CONSORZIO DI RICERCA NEL RISK MANAGEMENT)

2008–2010: **Direttore Scientifico**[VEDI PROGETTO #PR2 E CONTRATTO #CR1]

FONDAZIONE FORMIT, (FONDAZIONE PER LA RICERCA SULLA MIGRAZIONE E INTEGRAZIONE DELLE TECNOLOGIE, ENTE MORALE RICONOSCIUTO E VIGILATO DAL MIUR)

2001–2007: **Monitore di Progetti di Grande Rilievo nel settore dell'ICT e Responsabile delle Attività di Analisi Costi-Benefici**

CORRIERE DELLA SERA – EDIZIONE CORRIERE DEL MEZZOGIORNO, BARI

2015–in corso: **Editorialista** sui temi della innovazione, ricerca e università.

## **RASSEGNA STAMPA**

**Notizie sull'attività scientifica e i progetti condotti da R. Bellotti sono stati riportati dalla stampa locale e nazionale e televisioni (TG3) in numerose occasioni. Si riportano gli articoli più recenti.**

### **Su Progetti PON "Potenziamento Infrastrutturale" ReCaS e "Smart Cities" PRISMA**

*Corriere del Mezzogiorno – Bari*

**Titolo: "A Bari il supercomputer ReCaS, un cervellone da 10 giga al secondo"**

**Pubblicato il 10 luglio 2015**

*Gazzetta del Mezzogiorno*

**Titolo: "Al Campus nasce il primo supercomputer"**

**Pubblicato il 13 luglio 2015**

*Repubblica – Edizione Nazionale*

**Titolo: "ReCaS, a Bari il computer che ne vale 13mila"**

**Pubblicato il 4 agosto 2015**

*Tom's hardware – Edizione Italiana*

**Titolo: "ReCaS, il supercomputer italiano potente come 13mila PC"**

**Pubblicato il 4 agosto 2015**

*Tom's hardware – Edizione Italiana*

**Titolo: "Alla scoperta del Data Center di ReCaS di Bari"**

**Pubblicato il 4 agosto 2015**

### **Su Attività con le Nazioni Unite**

*Tom's hardware – Edizione Italiana*

**Titolo: "Tre italiani fanno le pulci all'e-Government mondiale"**

**Pubblicato il 1 luglio 2014**

*Corriere del Mezzogiorno – Bari*

**Titolo: "Cosa può insegnarci il Kazakhstan, Capitale umano e infrastrutture sono le vie per uscire dalla crisi"**

**Pubblicato il 25 maggio 2015**

### **Su Attività di Ricerca nel settore della Fisica Medica**

*Corriere del Mezzogiorno – Bari*

**Titolo: "Fisici baresi alla conquista di Harvard"**

**Pubblicato il 19 giugno 2014**

*Repubblica – Bari*

**Titolo: "Diagnostica dell'Alzheimer gruppo di fisici vince a Boston"**

**Pubblicato il 20 giugno 2014**

*L'Huffington Post*

**Titolo: "Alzheimer, la scoperta del prof. Bellotti e della sua équipe"**

Publicato il **2 luglio 2014**

*Gazzetta del Mezzogiorno*

Titolo: **“Fisici baresi, Harvard è terra di conquista”**

Publicato il **13 luglio 2015**

RASSEGNA STAMPA INTERNAZIONALE

**Le attività di ricerca più recenti legate all'utilizzo di tecniche basate su AI per lo studio delle malattie neurodegenerative, sono state riportate da oltre 100 testate giornalistiche internazionali.**

**Si riportano alcuni degli articoli presenti nel link: <http://medphys.ba.infn.it/>**

*Research Briefs - New York*

Titolo: **Could An Algorithm Be The Key To Alzheimer's Detection?**

Publicato il venerdì **22 settembre 2017**

*The Times - London*

Titolo: **AI can identify Alzheimer's disease a decade before symptoms appear**

Publicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*Newsweek - U.S.*

Titolo: **Alzheimer's test: artificial intelligence spots symptoms years before doctors**

Publicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*Fast Company - New York*

Titolo: **Scientists say AI can predict Alzheimer's a decade before symptoms show**

Publicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*Breitbart*

Titolo: **Researchers Develop A.I. that can detect Alzheimer's a decade before visible symptoms**

Publicato il giovedì **21 settembre 2017**

*BT*

Titolo: **A.I. could spot Alzheimer's in MRI scans up to a decade before symptoms show**

Publicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*HealthImaging*

Titolo: **AI detects Alzheimer's-related brain changes 10 years before symptoms appear**

Publicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*The Chief Observer*

Titolo: **AI Turns Out To Be The Most Powerful Tool For Detecting Alzheimer's Disease At An Early Stage**

Publicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*EXPRESS - UK edition*

Titolo: **Alzheimer's BREAKTHROUGH: Artificial Intelligence can identify dementia a decade early**

Pubblicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*The sun - UK edition*

Titolo: **Ray of hope Artificial Intelligence "can pick up Alzheimer's 10 years before symptoms appear"**

Pubblicato il mercoledì **20 settembre 2017**

*THE POWER HOUR*

Titolo: **Artificial Intelligence now predicting Alzheimer's**

Pubblicato il lunedì **18 settembre 2017**

*NZHERALD.CO.NZ*

Titolo: **Artificial Intelligence can detect Alzheimer's decade before symptoms emerge**

Pubblicato il lunedì **18 settembre 2017**

*THE WEEK*

Titolo: **AI can detect Alzheimer's a decade before symptoms show**

Pubblicato il lunedì **18 settembre 2017**

*The Indian EXPRESS - London*

Titolo: **New AI system can predict Alzheimer's 10 years in advance**

Pubblicato il lunedì **18 settembre 2017**

*TECHTIMES*

Titolo: **AI arrives as the newest and most powerful weapon for early Alzheimer's disease detection**

Pubblicato il lunedì **18 settembre 2017**

*IFLSCIENCE*

Titolo: **AI can detect signs of Alzheimer's years before symptoms develop**

Pubblicato il lunedì **18 settembre 2017**

*IMMORTALNEWS*

Titolo: **AI can detect early symptoms of Alzheimer's**

Pubblicato la domenica **17 settembre 2017**

*ENGADGET*

Titolo: **AI can detect Alzheimer's 10 years before symptoms show up**

Pubblicato la domenica **17 settembre 2017**

*MailOnline*

Titolo: **Researchers develop AI that can spot signs of Alzheimer's a decade before human doctors**

Pubblicato il venerdì **15 settembre 2017**

*DIGITAL TRENDS*

Titolo: **AI being used to diagnose Alzheimer's disease early by reviewing brain scans**

Pubblicato il venerdì **15 settembre 2017**

*NewScientist*

Titolo: **AI spots Alzheimer's brain changes years before symptoms emerge**

Pubblicato il giovedì **14 settembre 2017**

DATI PERSONALI

Autorizzo il trattamento dei miei dati personali Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI CERTIFICAZIONE (ART. 46 E 47 D.P.R. 445/2000)

Il sottoscritto Roberto Bellotti, consapevole che le dichiarazioni false comportano l'applicazione delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000, dichiara che le informazioni riportate nel Curriculum Vitae corrispondono a verità.

Bari, 02/02/2022

F.to Roberto Bellotti