



PROF. ROBERTO BATTISTON

CURRICULUM VITAE

1) CURRICULUM ACCADEMICO

Nato l' 11 agosto 1956, a Trento, coniugato, con quattro figli, residente in via degli Olivi 27, 38123 Trento.

Nel 1976 ho vinto il concorso per la Classe di Scienze presso la Scuola Normale di Pisa dove mi sono laureato in Fisica 1979 (110 e Lode) con una tesi sulla produzione di di-muoni in interazioni p-p agli ISR del CERN (Esperimento R029), nel gruppo del Prof. G. Bellettini, Univ. e INFN di Pisa.

Nel 1979 ho vinto una borsa di studio per svolgere il perfezionamento in Francia presso l' Ecole Normale Superieure di Rue D' Ulm. Nel 1982 ho ottenuto Dottorato di Terzo Ciclo presso l' Università di Parigi IX, Orsay, con una tesi sulla costruzione del rivelatore centrale a fili proporzionali dell' esperimento UA2, realizzata nel gruppo del Prof. Repellin, presso il LAL, di Orsay.

Nel 1983 ho vinto un posto di ricercatore presso l' Università di Perugia.

Nel 1988 ho vinto un concorso nazionale per professore associato in Fisica Generale ho sono stato chiamato presso la Facoltà di Scienze dell' Università di Perugia.

Nel 1993 ho vinto un concorso nazionale per professore ordinario in Fisica Generale e sono stato chiamato presso la Facoltà di Ingegneria dell' Università di Perugia.

Nel 2003 sono stato nominato membro del CdA dell' INAF.

Nel 2012 mi sono trasferito presso il Dipartimento di Fisica dell' Università di Trento, per costituire un nuovo Centro Nazionale dell' INFN, il TIFPA (Trento Institute for Fundamental Physics and Applications) dedicato alla fisica e tecnologia spaziale nel settore delle astroparticelle. A Trento ricopro la cattedra in Fisica Sperimentale presso il Dipartimento di Fisica.

Nel 2013 sono stato nominato membro del Consiglio degli Esperti nelle Politiche della Ricerca (CEPR).

Nel maggio 2014 sono stato nominato dal Ministro Stefania Giannini, Presidente dell' Agenzia Spaziale Italiana per un quadriennio, rinnovabile.

2) CURRICULUM SCIENTIFICO

Dai tempi della laurea mi ha appassionato lo studio della fisica fondamentale e lo sviluppo di rivelatori e di tecnologie per la sperimentazione nel campo della fisica fondamentale e delle particelle elementari.

Nel corso di oltre 30 anni di attività ho svolto le mie ricerche all'interno di collaborazioni scientifiche internazionali di medie e grandi, prima nel campo della fisica sperimentale delle interazioni fondamentali agli acceleratori e, negli ultimi vent'anni, nel settore spaziale, studiando con altissima precisione i raggi cosmici dallo spazio. Per queste ricerche ho contribuito, con ruoli di primaria responsabilità, allo sviluppo di rivelatori innovativi basati su tecnologie avanzate e in grado di ottenere risultati scientifici altrimenti impossibile da ottenere.

Nel seguito sono descritte le attività di ricerca che ho svolto e/o coordinato nel tempo (da oggi fino alla formazione universitaria)

- o **1995-2014** *Fisica dei raggi cosmici nello spazio studiando per la prima volta con altissima precisione il flusso e la composizione dei raggi cosmici fino alla regione del TeV per cercare nuovi fenomeni fisici quali ad esempio (a) la presenza di antimateria nucleare (b) effetti legati all'origine della materia oscura (c) nuovi stati della materia (strangelets)*

Dal 1995 ad oggi (2015) la mia attività scientifica è stata dedicata principalmente all'apertura in Italia di un nuovo settore di ricerca basato sullo studio di precisione dei raggi cosmici dallo spazio sviluppando e ponendo in orbita complessi rivelatori di particelle basati su tecniche di misura sviluppate agli acceleratori ma adattate all'impiego spaziale.

Nonostante i raggi cosmici siano stati scoperti un secolo fa e abbiano portato, nel corso della prima metà del secolo scorso, alla scoperta dell' antimateria e alla nascita della fisica delle particelle elementari, la precisione della misura del loro flusso e composizione è limitata, nel caso di esperimenti realizzati a terra o nell'atmosfera, dallo spessore di materiale che devono attraversare prima di essere misurati.

Nello spazio, invece, è possibile effettuare misure molto accurate dei raggi cosmici primari per studiare con precisione le componenti più rare ed interessanti.

I dati raccolti questi esperimenti, in particolare nel corso delle due missioni spaziali di AMS, quella del 1998 sullo Shuttle Discovery e quella iniziata nel 2011 sulla Stazione Spaziale Internazionale, sono caratterizzati da una precisione di un ordine di grandezza migliore dei dati raccolti in precedenza e stanno ridefinendo le caratteristiche e le proprietà dei raggi cosmici nell' intervallo di energia 0.1-1000 GeV mettendo in evidenza nuove proprietà e eliminando una serie di effetti accumulati nel corso degli scorsi decenni ma dovuti alla limitata sensibilità degli esperimenti precedenti.

Un risultato particolarmente importante riguarda la misura dell' abbondanza dei positroni nei raggi cosmici che sono stati osservati crescere a partire da 10 GeV/c per poi appiattirsi a partire da 250 GeV/c, possibile indicazione di un nuovo fenomeno fisico.

- nel 1994, assieme al Nobel Samuel C.C. Ting ho proposto la realizzazione di uno spettrometro magnetico per effettuare per la prima volta misure di precisione dei Raggi Cosmici nello spazio, l' Alpha Magnetic Spectrometer (AMS) da installare sulla Stazione Spaziale, Internazionale. Il proposal di AMS è stato approvato in breve tempo dalle principali agenzie spaziali ed istituti di ricerca a livello internazionale, in Italia INFN ed ASI.

AMS è dedicato alla ricerca di fenomeni rari come gli antinuclei, gli effetti legati all'annichilazione della materia oscura oppure all'esistenza di nuovi stati della materia nucleare (strangelets). Per AMS ho proposto la realizzazione di un grande sistema tracciante interamente basato su rivelatori al silicio, soluzione che è stata scelta rispetto ad una versione alternativa basata su una camera TPC proposta dal MIT ma meno adatta ad essere operata nello spazio. Mi sono inoltre occupato sia delle strategie di analisi dei dati che della gestione dell'esperimento svolgendo il ruolo di responsabile nazionale di AMS per l' INFN e per l' ASI e, dopo il successo del volo precursore di AMS-01 sullo Shuttle nel 1998, il ruolo di deputy spokesperson per la collaborazione internazionale AMS, comprendente 600 persone in 16 paesi e 60 istituzioni. Il 16 maggio 2011, l'esperimento è stato lanciato in orbita ed è installato con successo sulla Stazione Spaziale Internazionale dove opererà per almeno 10 anni.

I dati raccolti dalle due missioni di AMS, in particolare da quella ad alta statistica in corso sulla ISS, rappresentano il termine di riferimento per il settore della fisica dei raggi cosmici fino al TeV. AMS ha pubblicato una serie di lavori che hanno ricevuto un elevatissimo numero di citazioni in breve tempo.

A seguito del primo volo sullo Shuttle sono stati pubblicati, tra gli altri, i seguenti articoli:

- la misura di precisione del flusso di protoni nello spazio, in cui è stata messa in evidenza per la prima volta la presenza di un secondo flusso sotto il cut-off geomagnetico (Phys.Lett. **B490** (2000) 27-3)5, (219 citazioni)
- la misura di precisione del flusso degli elettroni nello (Phys.Lett. **B484** (2000) 10-22) (160 citazioni)
- la misura di precisione del flusso dell'elio nello spazio, (Phys.Lett. **B494** (2000) 193-202) (95 citazioni)
- il nuovo limite relativo alla presenza di antielio nei raggi cosmici (Phys.Lett. **B461** (1999) 387-396) (105 citazioni)
- il Physics Report in cui sono stati sintetizzati i risultati del primo volo di AMS (Phys.Rep. **366** (2002) 331-405) (249 citazioni)

e nel corso della missione sulla ISS (attualmente - 2015 - in corso):

- la prima misura del rapporto positroni su elettroni fino a 350 GeV/c (Phys.Rev.Lett. **110** (2013) 14, 141102.). Questo articolo ha avuto la

copertina del Physical Review Letters e 331 citazioni nel primo anno di pubblicazione.

- o l'estensione della misura del rapporto positroni su elettroni fino a 500 GeV/c (Phys.Rev.Lett. **113** (2014) 121101)
- o la misura di precisione del flusso di elettroni e positroni (Phys.Rev.Lett. **113** (2014) 121102)
- o la misura di precisione della somma dei flussi di elettroni e positroni (Phys.Rev.Lett. **113** (2014) 221102)
- o la misura di precisione del flusso di protoni (Phys.Rev.Lett. **114** (2015) 171103)

Le misure di precisione del flusso di elettroni e positroni pubblicate a partire dal 2013 a seguito della sperimentazione di AMS sulla ISS rappresentano una importante novità dal punto di vista della fisica astro particellare: l' eccesso di positroni, inizialmente osservato da Pamela come una crescita a partire da 10 GeV/c fino ai 100 GeV/c, grazie ai dati di precisione di AMS è stato osservato da stabilizzarsi a circa il 15% con una tendenza a decrescere intorno sopra 500 GeV/c. L'origine di questo andamento non è noto: sono state proposte di spiegazione che coinvolgono sia l'esistenza della materia oscura piuttosto che un fenomeno di origine astrofisica collegato alla produzione di e^+e^- da parte di pulsar vicine alla terra.

Le recenti misure del rapporto di antiprotoni su protoni, mostrano un eccesso di antiparticelle al di sopra di 100 GeV rispetto alla previsione del modello di propagazione dei raggi cosmici. La sorgente di questo eccesso non può essere dovuta a una o più pulsar come nel caso dei positroni: deve essere chiamato in causa un effetto astrofisico differente dal precedente oppure ipotizzare che sia anch'essa un effetto dell' annichilazione di materia oscura.

Le misure del flusso dei positroni, degli elettroni e della loro somma nonché del rapporto antiprotone/protone danno una serie di importanti informazioni complementare che permetteranno, assieme alle ulteriori misure di precisione che verranno presto realizzate da AMS come il flusso di deuterio e dei vari tipi di nuclei, di individuare la spiegazione più plausibile di questo effetto che in ogni caso è dovuto ad un nuovo effetto fisico o astrofisico.

- o **2010-2015** *Applicazioni delle tecnologie superconduttrici nello spazio, in particolare relativamente allo studio di metodi relativi alla protezione degli astronauti dalla radiazione cosmica nel corso di lunghi viaggi interplanetari.*

In aggiunta alla responsabilità dell'esperimento AMS, negli ultimi anni ho coordinato un gruppo internazionale impegnato nello studio delle applicazioni della superconduttività nello spazio. Dopo avere ricevuto un grant iniziale dall' ESA, ho vinto nel 2012 un progetto triennale del bando FP7-SPACE, con ruolo di coordinatore. Questo progetto è chiamato SR2S (Superconducting Radiation Space Shield) e coinvolge 7 partner internazionali.

I primi risultati di questo studio approfondito hanno permesso di individuare un effetto precedentemente trascurato nella letteratura sugli schermi attivi che si è succeduta negli ultimi trent'anni, relativo alla significativa produzione di neutroni dovuta all'interazione dei raggi cosmici con il materiale strutturale dello schermo stesso. La presenza di questi neutroni richiede lo sviluppo una configurazione magnetica completamente diversa da quelle considerate nel passato, configurazione attualmente allo studio nell'ambito di SR2S. Questa configurazione innovativa, basata su una serie di magneti indipendenti posti attorno al modulo abitato, è in grado di ridurre il flusso della componente carica senza indurre secondari neutri o carichi ed è stata presentata per la prima volta al workshop internazionale SR2S organizzato a Saclay il 17 giugno 2015.

- o **2005-2015** *Studio di metodi innovativi per l'osservazione della terra dallo spazio, tramite l'analisi delle instabilità delle particelle intrappolate nelle fasce di Van Allen.*

Il nostro pianeta è circondato da fasce di particelle intrappolate nel campo geomagnetico che si comportano come una gigantesca antenna per segnali elettromagnetici di bassa frequenza. Nel 2003 ho iniziato un programma di ricerca con l'obiettivo di sfruttare le fasce come sensori per fenomeni su grande scala, di origine geofisica o astrofisica. Partendo da osservazioni sporadiche presenti in letteratura, ho iniziato ad analizzare sistematicamente gli archivi dati satellitare allo scopo di ottenere una evidenza statisticamente significativa relativamente all'esistenza di correlazioni fra fenomeni litosferici e magnetosferici. Uno studio approfondito di 13 anni di dati dei satelliti POES della NOAA ha portato alla prima evidenza statistica significativa di correlazioni osservata dallo spazio (Nucl. Inst. and Meth. Proc. Suppl., **243B**, 249-257).

Nel 2005 ho realizzato e messo in orbita sulla Stazione Spaziale Internazionale l'esperimento LAZIO-SiRAD, un dimostratore tecnologico dedicato allo studio della stabilità delle particelle intrappolate nelle fasce di Van Allen l'osservazione dallo spazio di fenomeni geofisici; nel 2007, sulla base dei risultati ottenuti con LAZIO-SiRAD, ho proposto alla CNSA, l'agenzia spaziale, Cinese la partecipazione dell'Italia alla realizzazione del rivelatore di particelle energetiche del satellite CSES, il primo satellite cinese dedicato al monitoraggio dei fenomeni sismici dallo spazio. Dopo una lunga attività preparatoria, nel settembre 2013 l'ASI e la CNSA, hanno firmato un accordo la realizzazione dello strumento LIMADOU (Matteo Ricci), finanziato come progetto premiale del MIUR nel 2011 e nel 2012, che sarà lanciato alla fine del 2016. Si tratta della prima volta che uno strumento scientifico realizzato in Italia viene integrato in un satellite cinese. LIMADOU rappresenta lo stato dell'arte della tecnologia per la misura delle particelle di bassa energia nello spazio e permetterà di studiare con grande precisione il fenomeno della precipitazione degli elettroni dalle fasce di Van Allen nonché di analizzare i poco noti meccanismi di interazione tra litosfera e magnetosfera.

Il successo del programma italo-cinese CSES-LIMADOU aprirebbe nuove prospettive nel campo dell'osservazione della terra con metodi innovativi.

- o **1985-1995** *Fisica elettrodebole agli acceleratori studiando (a) la produzione e decadimento dello Z^0 con fasci polarizzati all'acceleratore SLC a SLAC, analizzando in particolare la larghezza di decadimento parziale dello Z^0 in coppie di mu (b) la produzione e il decadimento dello Z^0 con l'esperimento L3 al LEP del CERN analizzando la larghezza di decadimento dello Z^0 in coppie di particelle di breve vita media come il leptone tau ed i mesoni B.*

Dal 1983 in poi ho svolto la mia attività di ricerca come responsabile del gruppo di ricercatori da me fondato a Perugia e, dal 1990, come responsabile di collaborazioni internazionali:

- ho partecipato ad SLD, a SLAC, esperimento diretto da Martin Breidenbach e Charlie Baltay, con l'obiettivo di misurare l'asimmetria left-right nei decadimenti dello Z^0 prodotto con fasci polarizzati. In questo periodo ho sviluppato un metodo originale per la misura di precisione la larghezza dello Z^0 tramite la determinazione della distribuzione angolare degli elettroni. (R. Battiston et al., *Zeit.. Phys. C.*, **46**, **2**, p. 329, 1990)
- nel 1990 ho ripreso a collaborare il Nobel S. C. C. Ting all'esperimento L3 al LEP del CERN con l'incarico di coordinare il disegno e la realizzazione di un nuovo rivelatore di vertice ad alta precisione basato su rivelatori a silicio, strumento indispensabile lo studio della fisica del τ e dei mesoni B con L3 al LEP. A questo scopo ho formato e coordinato una collaborazione internazionale (SMD Collaboration) comprendente dieci istituti di ricerca che nel giro di tre anni ha realizzato e messo il rivelatore SMD che ha permesso ad L3 di realizzare, nel periodo 1994-2010, più di 60 pubblicazioni in questo settore (vedi elenco pubblicazioni allegato) tra cui si segnalano in particolare
 - o la misura di precisione della vita media del tau (L3 Collaboration, *Phys.Lett.* **B389** (1996) 187-196) (5 citazioni)
 - o la misura della polarizzazione del tau (L3 Collaboration, *Phys.Lett.* **B429** (1998) 387-398) (35 citazioni)
 - o la determinazione del limite sul momento anomalo di dipolo e elettrico e magnetico del tau (L3 Collaboration, *Phys.Lett.* **B434** (1998) 169-179) (47 citazioni)
 - o la misura dell'oscillazione del mesone B^0_d (L3 Collaboration, *Phys.Lett.* **B383** (1996) 487-498) (19 citazioni)
 - o la misura della valore medio della vita media dei mesoni B al LEP (L3 Collaboration, *Phys.Lett.* **B416** (1998) 220-432) (25 citazioni)

La realizzazione del rivelatore SMD, uno tra i rivelatori di vertice più avanzati al LEP, ha rappresentato un notevole successo nel contesto della sperimentazione ai fasci e^+e^- : questo è testimoniato dall'elevato numero di citazioni (260) dell'articolo relativo alle caratteristiche di SMD (Nuc. Instr. and Meth. **A 351** (1994) 300-312).

- o **1979-1985** *Fisica adronica agli acceleratori, studiando (a) la produzione di stati fisici di alta massa (1-ricerca di stati quark-antiquark di massa più alta dei mesoni J/ψ e Y agli ISR; 2-scoperta dei bosoni vettoriali intermedi W^\pm e Z^0 all' Sps) e (b) l'andamento della sezione d'urto elastica e totale all'energia dell' Sps.*

La prima fase della mia attività scientifica la ho svolta come membro di gruppi di ricerca italiani o internazionali:

- mi sono laureato alla Normale di Pisa sull'analisi dei dati di R209 agli ISR del CERN, esperimento diretto dal Nobel Samuel C.C. Ting e dal Prof. Giorgio Bellettini e dedicato allo studio delle interazioni tra protoni a $44 \text{ GeV}/c^2$ nel centro di massa e della produzione di dimuoni per lo studio della produzione dei mesoni vettoriali J/ψ e Y . Ho sviluppato una analisi originale per lo studio della molteplicità adronica degli eventi associati alla produzione di dimuoni di alta massa invariante;
- ho partecipato, come vincitore di una borsa triennale di perfezionamento in Francia presso l' Ecole Normale di Rue d' Ulm , ad UA2 allo SPS-pbar p Collider del CERN, esperimento diretto da Pierre Darriulat. In UA2 ho contribuito alla costruzione del rivelatore tracciante con il gruppo del LAL di Orsay. Ho partecipato all'analisi dei dati contribuendo agli studi che hanno portato all'osservazione dei bosoni intermedi deboli W^\pm e Z^0 contemporaneamente alla scoperta di Rubbia con l'esperimento UA1;
- ho partecipato, come borsista del corso perfezionamento in Normale, ai corsi tenuti dal Nobel Carlo Rubbia ;
- ho partecipato ad UA4 allo SPS-pbar-p Collider del CERN, esperimento diretto dal Prof. Giorgio Matthiae, contribuendo alla misura la sezione d'urto totale ed elastica nelle interazioni pbar-p a $540 \text{ GeV}/c^2$, confermando la crescita della sezione d'urto totale protone-(anti)protone osservata per la prima volta agli ISR dal gruppo di Giorgio Bellettini;

Principali pubblicazioni di questo periodo

- o Misura della sezione d'urto totale ed elastica protone antiprotone (Phys.Lett. **B117** (1982) 126), (119 citazioni)
- o Scoperta dei bosoni W^\pm , (Phys.Lett. **B122** (1983) 476-485) (1388 citazioni)
- o Scoperta del bosone Z^0 , (Phys.Lett. **B129** (1983) 130-140) (1374 citazioni)
- o Misura delle proprietà dei jet prodotti a 540 GeV , (Z.Phys. **C20** (1983) 117-134) (198 citazioni)

- o Misura delle proprietà dei bosoni W^\pm e Z^0 , (Z.Phys. **C30** (1986) 1) (153 citazioni)

3. PUBBLICAZIONI

I risultati della mia attività scientifica sono contenuti in 440 lavori pubblicati su riviste internazionali, dei quali 90 fanno parte della lista dei lavori molto citati (vedi tabella riassuntiva), per complessive più di 12700 citazioni e un indice-H pari a 49 (fonte ISI aggiornato al febbraio 2015).

Di seguito riporto una serie di articoli di cui sono autore e che risultano particolarmente citati:

1. *Search for the standard model Higgs boson at LEP*, LEP Working Group (R. Barate et al.). Mar 2003. 23 pp. Phys.Lett. **B565** (2003) 61-75
2189 citazioni
2. *Observation of Single Isolated Electrons of High Transverse Momentum in Events with Missing Transverse Energy at the CERN anti-p p Collider*, UA2 Collaboration (M. Banner et al.). Mar 1983. 21 pp. Phys.Lett. **B122** (1983) 476-485
1468 citazioni
3. *Evidence for $Z^0 \rightarrow e^+ e^-$ at the CERN anti-p p Collider*, UA2 Collaboration (P. Bagnaia et al.). Sep 1983. 21 pp. Phys.Lett. **B129** (1983) 130-140
1443 citazioni
4. *Precision electroweak measurements on the Z resonance*, LEP Electroweak Working Group (S. Schael et al.). Sep 2005. 302 pp. Phys.Rept. **427** (2006) 257-454
1128 citazioni
5. *Search for neutral MSSM Higgs bosons at LEP*, LEP Working Group (S. Schael (Aachen, Tech. Hochsch.) et al.). Jan 2006. 82 pp., Eur.Phys.J. **C47** (2006) 547-587
688 citazioni
6. *Results from the L3 experiment at LEP*, L3 Collaboration (O. Adriani et al.), Feb 1993, 202 pp., Phys.Rept. **236** (1993) 1-146
372 citazioni
7. *First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV*, AMS Collaboration (M. Aguilar et al.). 2013. Phys.Rev.Lett. **110** (2013) 14, 141102
331 citazioni
8. *Measurement of the Standard Model Parameters from a Study of W and Z Bosons*, UA2 Collaboration (R. Ansari et al.), Jan 1987, 19 pp., Phys.Lett. **B186** (1987) 440-451

299 citazioni

9. *The L3 silicon microvertex detector*, L3 SMD Collaboration (M. Acciarri et al.). Jul 1994. 42 pp., Nucl.Instrum.Meth. **A351** (1994) 300-312

261 citazioni

10. *Cosmic-ray positron fraction measurement from 1 to 30-GeV with AMS-01*, AMS-01 Collaboration (M. Aguilar (Madrid, CIEMAT) et al.). Mar 2007. 20 pp., Phys.Lett. **B646** (2007) 145-154

258 citazioni

11. *The Alpha Magnetic Spectrometer (AMS) on the International Space Station. I: Results from the test flight on the space shuttle*, AMS Collaboration (M. Aguilar et al.), 2002, Phys.Rept. **366** (2002) 331-405, Erratum-ibid. **380** (2003) 97-98

249 citazioni

12. *Cosmic protons*, AMS Collaboration (J. Alcaraz et al.). 2000, Phys.Lett. **B490** (2000) 27-35

219 citazioni

13. *Measurement of Production and Properties of Jets at the CERN anti-p p Collider*, UA2 Collaboration (P. Bagnaia et al.), Jul 1983. 58 pp , Z.Phys. **C20** (1983) 117-134

205 citazioni

14. *A Study of High Transverse Momentum Electrons Produced in anti-p p Collisions at 540-GeV*, UA2 Collaboration (P. Bagnaia et al.), Mar 1984. 49 pp., Phys. **C24** (1984) 1

181 citazioni

15. *Observation of Electrons Produced in Association with Hard Jets and Large Missing Transverse Momentum in p anti-p Collisions at $\sqrt{s} = 540\text{-GeV}$* , Collaboration (P. Bagnaia et al.). Mar 1984. 20 pp., Lett. **B139** (1984) 105

179 citazioni

16. *Measurement of the \sqrt{s} Dependence of Jet Production at the CERN anti-p p Collider*, UA2 Collaboration (J.A. Appel et al.). Jul 1985. 12 pp., Phys.Lett. **B160** (1985) 349

176 citazioni

17. *Measurement of Jet Production Properties at the CERN anti-p p Collider*, UA2 Collaboration (P. Bagnaia et al.). Jun 1984. 20 pp, Lett. **B144** (1984) 283

169 citazioni

18. *Studies of hadronic event structure and comparisons with QCD models at the Z0 resonance*, L3 Collaboration (B. Adeva et al.). Mar 1992. 63 pp., Z.Phys. **C55** (1992) 39-62

161 citazioni

19. *Leptons in near earth orbit*, AMS Collaboration (J. Alcaraz et al.). 2000, Phys.Lett. **B484** (2000) 10-22, Erratum-ibid. **B495** (2000) 440
160 citazioni
20. *Measurement of W^{+-} and Z^0 Properties at the CERN anti- p p Collider*, UA2 Collaboration (J.A. Appel et al.). Oct 1985. 70 pp., Z.Phys. **C30** (1986) 1
155 citazioni
21. *Measurement of Very Large Transverse Momentum Jet Production at the CERN anti- p p Collider*, UA2 Collaboration (P. Bagnaia et al.). Feb 1984. 21 pp, Phys.Lett. **B138** (1984) 430
155 citazioni
22. *Higgs candidates in $e+e$ -interactions at $\sqrt{s}=206.6\text{-GeV}$* , L3 Collaboration (M. Acciarri et al.). Nov 2000. 11 pp., Phys.Lett. **B495** (2000) 18-25
147 citazioni
23. *Measurement of the atmospheric muon spectrum from 20-GeV to 3000-GeV*, L3 Collaboration (P. Achard et al.). Jul 2004. 34 pp., Phys.Lett. **B598** (2004) 15-32
141 citazioni
24. *Measurement of W and Z Production Properties at the CERN anti- p p Collider*, UA2 Collaboration (R. Ansari et al.). Feb 1987. 17 pp., Phys.Lett. **B194** (1987) 158
139 citazioni
25. *Measurement of cross-sections and leptonic forward - backward asymmetries at the Z pole and determination of electroweak parameters*, L3 Collaboration (M. Acciarri et al.). Mar 1994. 71 pp., Z.Phys. **C62** (1994) 551-576
131 citazioni
26. *A Study of Three Jet Events at the CERN p -bar p Collider*, UA2 Collaboration (J.A. Appel et al.). Nov 1985. 28 pp., Z.Phys. **C30** (1986) 341
125 citazioni
27. *An Antimatter spectrometer in space*, S.P. Ahlen, V.M. Balebanov, R. Battiston, U. Becker, J. Burger, M. Capell, H.F. Chen, H.S. Chen, M. Chen, N. Chernoplekov et al.. 1994, Nucl.Instrum.Meth. **A350** (1994) 351-367
120 citazioni
28. *Measurement of the Proton - Anti-proton Elastic and Total Cross-section at a Center-of-mass Energy of 540-GeV*, UA4 Collaboration (R. Battiston et al.). Jul 1982. 12 pp., Phys.Lett. **B117** (1982) 126
119 citazioni
29. *Direct Photon Production at the CERN p -bar p Collider*, UA2 Collaboration (J.A. Appel et al.). May 1986. 16 pp., Phys.Lett. **B176** (1986) 239
118 citazioni

30. *Protons in near earth orbit*, AMS Collaboration (J. Alcaraz et al.). Feb 2000. 19 pp., Phys.Lett. **B472** (2000) 215-226
109 citazioni

31. *First measurement of the left-right cross-section asymmetry in Z boson production by $e^+ e^-$ collisions*, SLD Collaboration (K. Abe et al.). Jan 1993. 12 pp.m Phys.Rev.Lett. **70** (1993) 2515-2520
106 citazioni

32. *Search for anti-helium in cosmic rays*, AMS Collaboration (J. Alcaraz et al.). Feb 2000. 18 pp., Phys.Lett. **B461** (1999) 387-396
105 citazioni

33. *Determination of α_s from hadronic event shapes measured on the Z0 resonance*, L3 Collaboration (O. Adriani et al.). Apr 1992. 19 pp., Phys.Lett. **B284** (1992) 471-481
103 citazioni

34. *Search for Exotic Processes at the CERN p-barp Collider*, UA2 Collaboration (R. Ansari et al.). Jul 1987. 15 pp., Phys.Lett. **B195** (1987) 613
102 citazioni

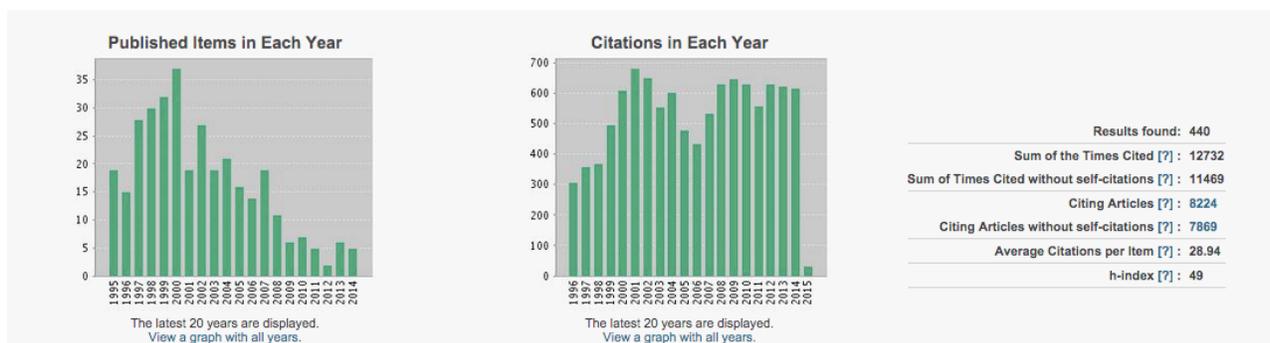
35. *Pair production of W bosons in $e+e$ -interactions at $\sqrt{s}= 161$ -GeV*, L3 Collaboration (M. Acciarri et al.). Feb 1997. 28 pp., Phys.Lett. **B398** (1997) 223-238
100 citazioni

36. *Search for Decays of the W^\pm and Z Bosons Into Quark - Anti-quark Pairs*, UA2 Collaboration (R. Ansari et al.). Jan 1987. 14 pp., Phys.Lett. **B186** (1987) 452
98 citazioni

37. *Helium in near Earth orbit*, AMS Collaboration (J. Alcaraz et al.). Nov 2000. 10 pp., Phys.Lett. **B494** (2000) 193-202
95 citazioni

38. *Measurement of Jet Fragmentation Properties at the CERN p-barp Collider*, UA2 Collaboration (P. Bagnaia et al.). Jun 1984. 16 pp., Phys.Lett. **B144** (1984) 291
94 citazioni

Analisi di insieme delle mie pubblicazioni (sorgente ISI) (aggiornato al febbraio 2015)



Citazioni (sorgente INSPIRE HEP, aggiornato al febbraio 2015)

Renowned papers (500+)	5	5
Famous papers (250-499)	5	5
Very well-known papers (100-249)	25	25
Well-known papers (50-99)	61	61
Known papers (10-49)	194	192
Less known papers (1-9)	81	63
Unknown papers (0)	30	14
h_{HEP} index [?]	65	65

Ho presentato i risultati delle ricerche a cui ho partecipato in relazioni ad invito presentate a più di cento conferenze internazionali, seminari di rivista di settori scientifici, rapporteur talks a conferenze internazionali (ICRC 2003).

Sono stato editore di 5 volumi relativi a proceedings di conferenze internazionali, di un volume che raccoglie gli scritti di Ettore Majorana nonché autore del capitolo sui rivelatori spaziali del Landolt Bornstein:

- 1) *Ettore Majorana: Unpublished Research Notes on Theoretical Physics*, Series: Fundamental Theories of Physics, **Vol. 159**, Esposito, S.; Recami, E.; van der Merwe, A.; Battiston, R. (Eds.)

- 2) *Elementary Particles, Detectors for Particles and Radiation*, Landolt Bornstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, Springer 2011
- 3) *Proceedings of the IV International Conference on Particle and Fundamental Physics in Space*, CERN, Geneva, Switzerland, 5–7 November 2012, Nucl. Phys. **B243–244**, Pages 1-258 (October–November 2013). Edited by Roberto Battiston and Sergio Bertolucci
- 4) *SpacePart 2006, Proceedings of the Third International Conference on Particle and Fundamental Physics in Space, Beijing, China, 19-21 Aprile 2006*, Edito da Roberto Battiston, Tipei Li, Paolo Zuccon, 2009, LVI, 451 p., Hardcover, ISBN: 978-1-4020-9113-1
- 5) *SpacePart 2003, Proceedings of the Second International Conference on Particle and Fundamental Physics in Space*, Washington DC, USA, 10-12 Dicembre 2003, Edito da Roberto Battiston, Eric Katsavounidis, Michael Salamon, Kate Scholberg
- 6) *SpacePart 2002, Proceedings of the First International Conference on Particle and Fundamental Physics in Space*, La Biodola, Isola d' Elba, Italy, 14-19 Maggio 2002, Edito da Roberto Battiston, Franco Cervelli, 264pp - Pub. date: Aug 2002, Nuclear Physics (Proc. Suppl.) **B113**, December 2002
- 7) *Matter, Antimatter and Dark Matter*, Proceedings of the Second International Workshop, A cura di Roberto Battiston, Bruna Bertucci, 264pp - Pub. date: Aug 2002, ISBN: 978-981-238-118-7, 981-238-118-X

4) COORDINAMENTO DI GRANDI PROGETTI DI RICERCA E DI SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE

4.1 PROGRAMMI DI RICERCA

Tra il 1993 ed il 2004 sono stato responsabile della realizzazione di due sottosistemi nell' ambito di esperimenti di fisica delle alte energie, il progetto delle camere a muoni del rivelatore SLD a SLAC (US) e il rivelatore di vertice al silicio (SMD) dell' esperimento L3 al LEP (CERN). Nel caso del progetto (SMD) del CERN ho coordinato per quattro anni una collaborazione internazionale formata da 10 istituti di ricerca.

Per quanto riguarda l'esperienza nel settore spaziale, dal 1994 ho avuto ruoli di leadership in 4 missioni spaziali tra cui una come responsabile nazionale, una come deputy spokesperson e due come Principal Investigator (PI):

1. Volo precursore di AMS-01 sullo Shuttle Discovery STS94 (1998) (NASA). Ruolo responsabile Italiano
2. Dimostratore tecnologico di monitoraggio sismico dallo spazio, LAZIO-SiRAD nell' ambito della missione ESPERIA (2005) (Roscosmos, Russia). Ruolo PI per realizzare

uno strumento spzializzato interamente nell' ambito del laboratorio universitario SERMS.

3. Lancio di AMS-02 sullo Shuttle Endeavour STS132 e installazione sulla ISS (2011) (NASA). Ruolo responsabile nazionale e deputy spokesperson della Collaborazione AMS composta da 600 persone distribuite su 16 nazioni e 56 istituti. In tali funzioni ho partecipato alla gestione delle ingenti risorse umane e materiali investite, a livello internazionale, nella realizzazione di AMS a nel corso di 20 anni (1994-2015).
4. Strumento LIMADOU sul satellite cinese CSES per il monitoraggio sismico dallo spazio, lancio previsto fine 2016 (CNSA, Cina). Ruolo PI per un progetto coinvolge 40 persone su 5 anni.

Per svolgere questa attività pluri-decennale di ricerca, ho fondato prima a Perugia, successivamente a Trento, un gruppo di ricerca che nel corso degli anni ha coinvolto e formato numerosi giovani, permettendo ad almeno 50 laureandi, 20 dottorandi e 20 post-doc italiani e stranieri di partecipare a ricerche avanzate nei settori della fisica agli acceleratori di particelle e dei raggi cosmici. Molti miei ex-studenti sono attualmente inseriti in prestigiosi contesti internazionali (MIT a Boston, CIEMAT a Madrid, Università di Grenoble, Università delle Hawaii, CERN a Ginevra, ESTEC a Nordwijk...).

4.2 PROGRAMMI DI SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE

Per la realizzazione della strumentazione impiegata nei vari esperimenti a cui ho partecipato con ruoli di leadership, è stato necessario realizzare specifiche infrastrutture dedicate all'analisi dati e allo sviluppo delle tecnologie dedicate alla progettazione e realizzazione di strumentazione di payload spaziali: agli inizi degli anni '90 ho allestito a Perugia dei laboratori avanzati per la costruzione ed il montaggio di rivelatori al silicio, laboratori che si sono rivelati essenziali per la realizzazione di rivelatori che hanno operato con successo nel cuore dell' esperimento L3, di AMS-01 e di AMS-02.

Per fare fronte alle esigenze relative allo sviluppo dell'esperimento AMS-02, nel 2000 ho fondato presso la sede collegata di Terni dell' Università di Perugia il Laboratorio per lo Studio degli Effetti delle Radiazioni sui Materiali per lo Spazio (SERMS, <http://serms.unipg.it>), che è diventato rapidamente il principale laboratorio universitario in Italia dedicato allo sviluppo di strumentazione innovativa per la scienza spaziale, essendo dotato di apparecchiature in grado di sottoporre a test ambientali anche strumentazione di grandi dimensioni. Nel corso di 10 anni, presso il laboratorio SERMS si sono laureati piu' di 30 ingegneri e 10 dottorandi, alcuni dei quali oggi operano presso altre sedi dell' INFN, Istituti e industrie anche internazionali, tra cui il CERN e l'ESA.

Nel 2003 ho fondato lo spinoff accademico SERMS-srl, che da più di 10 anni si occupa con successo di forniture di servizi conto terzi e dello sviluppo di servizi custom nel settore dei test in condizioni ambientali estreme sfruttando le competenze tecnologiche e strumentali derivate dalle attività di ricerca e sviluppo per l' esperimento AMS.

Tra il 2010 ed il 2015 ho guidato una serie di programmi tecnologici dedicati alle applicazioni della superconduttività nello spazio, in particolare alla protezione degli astronauti dalla radiazione per mezzo di schermi magnetici attivi basati su superconduttori.

- 1) 2010-11 progetto ARSSEM per ESA, Coordinatore
- 2) 2011-12 progetto MAARS con la NASA, co-PI
- 3) 2013-14 progetto MAARS II con la NASA, co-PI
- 4) 2013-2015 progetto SR2S vinto nell' ambito del bando FP7-SPACE, con ruolo di coordinatore. Il progetto SR2S coinvolge 7 partner a livello europeo

5) ESPERIENZA GESTIONALE NEL SETTORE DELLA RICERCA

Come descritto in modo cronologico nel curriculum scientifico l'esperienza scientifica e tecnologica riguarda il settore della ricerca della fisica delle particelle e delle interazioni fondamentali a terra e nello spazio e dello sviluppo della strumentazione avanzata impiegata in queste ricerche, in particolare in campo spaziale.

Nel corso di oltre 30 anni di attività di ricerca, sia come docente universitario che come incaricato di ricerca dell' INFN prima presso la Sezione di Perugia e poi presso il Centro TIFPA di Trento, ho svolto le mie ricerche all'interno di collaborazioni scientifiche internazionali di medie e grandi, prima nel campo della fisica sperimentale delle interazioni fondamentali agli acceleratori e negli ultimi vent'anni nel settore spaziale, studiando con altissima precisione i raggi cosmici dallo spazio per la ricerca di fenomeni nuovi ed inaspettati.

Per svolgere questa attività pluri-decennale di ricerca, ho fondato prima a Perugia, successivamente a Trento, un gruppo di ricerca che nel corso degli anni ha coinvolto e formato numerosi giovani, permettendo ad almeno 50 laureandi, 20 dottorandi e 20 post-doc italiani e stranieri di partecipare a ricerche avanzate nei settori della fisica agli acceleratori di particelle e dei raggi cosmici. Molti miei ex-studenti sono attualmente inseriti in prestigiosi contesti internazionali (MIT a Boston, CIEMAT a Madrid, Università di Grenoble, Università delle Hawaii, CERN a Ginevra, ESTEC a Noordwijk...).

Oltre a dirigere una serie di progetti scientifici di grandi dimensioni, ho svolto una significativa attività di gestione scientifica e tecnologica in enti ed istituzioni scientifiche a livello nazionale ed internazionale.

INFN

Nel corso della mia carriera ho ricoperto ruoli di responsabilità sia scientifica che manageriale all'interno dell' INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare).

Come coordinatore della Commissione Scientifica Nazionale 1 dell' INFN, negli anni '90 ho partecipato per sei anni alla gestione scientifica delle risorse dell' Istituto nel settore della fisica agli acceleratori.

Come Direttore della Sezione INFN di Perugia e Membro del Consiglio Direttivo dell' INFN ho partecipato per sei anni alla gestione manageriale delle risorse umane e finanziarie dell' Istituto (circa 1900 dipendenti e 270 M€/annui di bilancio).

Dal 2009 al 2014, data in cui mi sono dimesso per prendere servizio come Presidente dell' ASI, sono stato, Presidente della Commissione Scientifica Nazionale 2 dell' INFN dedicata alla fisica astroparticellare: la Commissione è responsabile per la valutazione scientifica ed il finanziamento di questo settore delle ricerche dell' Istituto che coinvolge circa 800 ricercatori.

INAF

Sono stato nominato (Ministro Moratti) membro del consiglio di Amministrazione dell' INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), partecipando per 3 anni alla gestione diretta di risorse umane e finanziarie corrispondenti a circa 1200 dipendenti, nel periodo critico della fusione tra Osservatori e istituti CNR.

ASI

Sono stato membro del Consiglio Tecnico Scientifico dell' ASI (Agenzia Spaziale Italiana) dove ho contribuito in due diversi periodi (1997-1998) e (2010-11) a definire gli indirizzi tecnico-scientifici del settore spaziale italiano, contribuendo alla stesura dei piani triennali dell' Agenzia.

Il 16 maggio 2014 sono stato nominato Presidente dell' Agenzia Spaziale Italiana per un quadriennio, rinnovabile, assumendo la responsabilità di risorse umane pari a 250 dipendenti, e gestionali, pari a 650 M€ annui, oltre alla partecipazione a cinque società partecipate dall' ASI per complessive 780 persone e un fatturato di circa 120 M€.

Nel ruolo di Presidente dell' ASI partecipo come capodelegazione alle riunioni del Council dell' ESA. In particolare, il 2 dicembre 2014 ho partecipato con il Ministro Stefania Giannini alla Ministeriale ESA in cui è stato approvato il programma Ariane6/Vega-C, l'estensione della ISS e il completamento di Exomars, corrispondenti ad un investimento da parte dell' Italia di 690 M€ nel prossimo quinquennio.

CSIC

Per due quinquenni consecutivi, in quanto Presidente del panel Fisica del Comitato di Valutazione del CSIC (il CNR spagnolo), ho partecipato alla valutazione degli Istituti relativi al settore della Fisica di questo Ente, fornendo indicazioni strategiche relative al finanziamento e all'indirizzo delle ricerche in fisica.

IAF

Nel 2014 sono stato nominato Vice Presidente dell' International Astronautical Federation, con delega ai rapporti con il mondo dell'università e della ricerca.

6) BREVETTI

Sono autore di tre brevetti depositati in Italia ed all'estero:

1. Patent n. RM2002A000211, Battiston, Alpat, Petasecca, Pontetti, "SISTEMA PER LA MAPPATURA DELLA SENSIBILITA' AI SEE", 2002.

2. Patent n. PCT/IT/2007/000273, Angelantoni, Battiston, Zenobi, "CONCENTRATION PHOTOVOLTAIC SYSTEM AND CONCENTRATION METHOD THEREOF", 2007.

3. Patent n. MI2008A000300, Battiston, "SISTEMA DI INSEGUIMENTO DI SORGENTI D'ONDA", 2008

Nel 2003 ho fondato a Terni uno spinoff (SERMS srl) attivo nel settore della qualifica di strumentazione che deve operare in ambienti estremi.

7) PARTECIPAZIONE A COMITATI SCIENTIFICI

Ho fatto parte a più riprese di commissione scientifiche e di valutazione per varie agenzie internazionali (DoE, NSF eNASA (US), JAXA (J), ESA, ESFRI (EU), CAS, CEA (Cina)).

In particolare :

- Per 6 anni Coordinatore Scientifico nella Prima Commissione Scientifica dell' INFN.
- Membro del Consiglio Scientifico dell'IRST (Trento)(1995).
- Membro del Consiglio Scientifico dell' ASI in rappresentanza del Ministero Università Ricerca, Ministro Berlinguer (1997-1999) e del Ministero dello Sviluppo Economico, Ministro Scaiola (2010-11).
- Membro Consiglio Scientifico del IFC di Milano (1998-2002).
- Membro del Fundamental Physics Advisory Group dell' ESA (1999-2001).
- Membro del Joint Space Science Advisory Group (JSSAG) in rappresentanza del MIUR (2001).
- Membro del Physics Engineering Scientific Committee (PESC) dell' European Science Foundation (ESF) in rappresentanza dell' INFN (2001-2006)
- Membro del Comitato Scientifico Regionale per le tecnologie innovative e la ricerca avanzata della Regione Lazio (2004-5).
- Membro dell' Expert Group on Astronomy and Astroparticles di ESFRI per la definizione della Roadmap delle grandi infrastrutture di ricerca europee (2005-2008)

- Membro del comitato Italia-Cina MUR/MOST per la collaborazione in campo della ricerca nello spazio (2007)
- Membro del gruppo di lavoro del Ministero dell'Ambiente per le Energie Rinnovabili (2007-2008)
- Presidente della Commissione Scientifica Nazionale II dell' INFN (2009-2014)
- Membro di nomina MIUR del comitato di raccordo MIUR-CNR per il progetto Ignitor (2011)
- Vicepresidente IAF (2014-...)

8) PARTECIPAZIONE A COMITATI PER LA VALUTAZIONE DELLA RICERCA

- Membro del Comitato per la selezione di due Astronauti ASI/ESA (1999) (Selezionati R. Vittori e P. Nespoli)
- Presidente del Comitato di Valutazione degli Istituti della Fisica del CSIC (Spagna) (2005, 2009)
- Membro ANVUR del Gruppo Esperti Valutatori per l' area di Fisica (2012-14)
- Membro del Consiglio degli Esperti nelle Politiche della Ricerca (CEPR) (2013-14) (Ministro Carrozza)

9) PREMI E RICONOSCIMENTI SCIENTIFICI

- Laurea Honoris Causa presso l' Universita' di Bucarest (2000).
- Premio Internazionale San Valentino d' Oro (2010)
- Premio La Rosa dell' Umbria (2011)

10) DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA

10.1 ORGANIZZAZIONE DI CONGRESSI SCIENTIFICI

Mi è sempre interessato organizzare convegni e conferenze scientifiche.

Sono stato referente locale per l'organizzazione del Congresso della SIF a Perugia nel 1995.

Nel 2000 ho dato inizio alla serie di Workshop su Matter, Antimatter and Dark Matter, che poi ha dato luogo alla serie di Conferenze Space Part, dedicate alla Fisica delle Particelle e alla Fisica Fondamentale nello spazio.

Dopo il primo workshop a Trento, le successive Conferenze Space Part hanno avuto luogo all' Isola d'Elba nel 2002, a Washington nel 2003, a Pechino nel 2006 (primo congresso internazionale organizzato in Cina in questo settore) e al CERN nel 2012.

Dal 2003 ho partecipato all'organizzazione dei Meeting Internazionali su Front-End Electronics (2003, 2006, 2009, 2011, 2014).

Sono nell' advisory committee di varie conferenze internazionali (Taup, TRD2011, Positron in Astrophysics.....).

10.2 ATTIVITA' DI COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

Appassionato divulgatore scientifico, ho collaborato con vari quotidiani nazionali come La Stampa e Il Corriere della Sera e tengo frequentemente seminari divulgativi nelle scuole e per il grande pubblico

Per 7 anni ho collaborato con la rivista Le Scienze tenendo una rubrica mensile sui temi della fisica astroparticellare "Astri e Particelle" e un omonimo blog piuttosto seguito sul portale della rivista Le Scienze.

Ho ricoperto il ruolo di Direttore Scientifico del POST, il Museo Scientifico di Perugia, nel periodo della sua fondazione (2000-2003) contribuendo all'indirizzo delle attività di questa iniziativa scientifica umbra.

Sono stato Direttore Scientifico della Mostra "*Astri e Particelle, Le Parole dell' Universo*", programmata a Palazzo delle Esposizioni, Roma in occasione dell' anno dell' astronomia, dal 27 ottobre 2009 al 14 febbraio 2010, e successivamente a Napoli, alla Città della Scienza, nel periodo maggio e luglio 2010. La mostra, ha raggiunto un record di presenze, circa 180.000 persone nelle due esposizioni di Roma e Napoli

Nel 2011 ho fondato assieme a Edoardo Boncinelli e Giulio Giorello la Festa di Scienza e Filosofia di Foligno, un appuntamento giunto alla terza edizione e che riscuote un ottimo successo di pubblico.

Nel 2014 ho curato la mostra "*Oltre, viaggio ai confini della conoscenza*", organizzata da INFN e ASI presso il MUSE di Trento