Docente proponente	Area/Settore di ricerca	Breve descrizione	Collaborazioni con altre università /aziende/enti di ricerca	Durata (mesi)	Prerequisiti
Barbara Lanzoni e docenti del settore di astrofisica	Astrofisica	per l'elenco degli argomenti e i docenti disponibili, consultare la pagina dedicata nello spazio della prof.ssa Lanzoni su Virtuale@unibo		2-3	aver sostenuto l'esame di Astrofisica
Olivia Levrini	Didattica e storia della Fisica	1. Futures studies e didattica della fisica 2. Approccio storyline per l'educazione alla sostenibilità 3. Ruolo della storia e dell'epistemologia nell'insegnamento della fisica 4. Gender studies e didattica della fisica 5. Interdisciplinarità tra fisica e matematica		3	nessuno
Roberto Casadio	Fisica Teorica	1) materia oscura ed energia oscura nei modelli cosmologici 2) onde gravitazionali: produzione e rilevamento 3) oggetti compatti in relatività generale		2-3	aver seguito il corso di Elementi di Teoria della Relatività Generale
Daniel Remondini	Fisica applicata alla biologia, biofisica elettrofisiologia cellulare, microscopia 2D/3D, ML & AI, Sistemi complessi	Analisi dati genomici: struttura 3d DNA e proteine. Analisi sequenze geniche DNA con tecniche di meccanica statistica. Analisi network in biologia (metagenomica), medicina e social network. Tesi sperimentale con attività di analisi dati ottenuti da registrazioni di attività bioelettrica da colture cellulari in vitro sia isolate che collegate in network; microscopia ottica sia a contrasto di fase che in fluorescenza per acquisizioni di immagini da preparati vitali anche tridimensionali (sferoidi).	IIT Genova; Erasmus Medical Center Rotterdam, Danish Technical Institute; Collaborazione con altri Laboratori afferenti a Dipartimenti di Ateneo	3-5	Conoscenze di programmazione (Python Matlab); interesse per temi interdisciplinari biologici biomedici. Conoscenze di base di programmazione, analisi di serie temporali.
Docenti del gruppo di fisica applicata e sistemi complessi	Fisica applicata alla medicina, biofisica, artificial intelligence	Tesi sia sperimentali che computazionali nell'ambito dell'imaging applicato alla medicina (sia Risonanza Magnetica che Computed Tomography), della rilassometria di Risonanza Magnetica, della radioprotezione.	Collaborazioni con gli ospedali della regione Emilia Romagna	3-5	Conoscenze di base di programmazione e statistica e attitudine all'interdisciplinarietà
Docenti del gruppo di fisica applicata e sistemi complessi	Fisica applicata alla medicina, biofisica, artificial intelligence	Tesi sia sperimentali che computazionali nell'ambito dell'imaging applicato alla medicina (sia Risonanza Magnetica che Computed Tomography), dell'elettrofisiologia e microscopia, della rilassometria di Risonanza Magnetica, della radioprotezione.	Collaborazioni con gli ospedali della regione Emilia Romagna	3-5	Conoscenze di base di programmazione e statistica e attitudine all'interdisciplinarietà
Paolo Bonifazi	Fisica applicata alla medicina, biofisica, reti complesse, neurofisica	Analisi di dati da pazienti epilettici, registrazioni intracraniali, risonanza magnetica funzionale resting state, e di dati da circuiti neurali acquisiti con immagini di calcio; ricostruzione delle reti neurali/cerebrali funzionali dalle serie temporali delle reti complesse; classificazione di epilettogenicita' dei nodi e delle connessioni; identificazione dei nodi hubs; analisi di immagini di sezioni cerebrali con dati ad alta risoluzione spaziale di spettrometria di massa in ambito di lipidomica	Collaborazioni con gli ospedali della regione Emilia Romagna e con gli enti di ricerca ed ospedali della regione spagnola dei Paesi Baschi (Cruces university hospital, Achucarro neuroscience institute, Universidad del Pais Vasco)	3-5	Conoscenze di base di programmazione, analisi di serie temporali, curiosità per l'ambito biologico, attitudine all'interdisciplinarietà
Maria Pia Morigi	Fisica applicata alla medicina, biologia, scienze in generale, beni culturali.	Sono disponibili tesi riguardanti la diagnostica di reperti archeologici, opere d'arte e beni culturali in generale attraverso la Tomografia Computerizzata con raggi X. L'attività può essere svolta a seconda dei casi in laboratorio (Bologna e Ravenna) oppure anche in situ (tutta Italia). Strumentazione: tubi a raggi X, detector flat-panel, nuovi rivelatori photon counting per imaging (Timepix4).	Collaborazione con musei, centri di restauro e sovrintendenze.	3-5	Conoscenze di base di imaging digitale (sarà realizzata la visualizzazione ed elaborazione di immagini digitali attraverso software già sviluppati), interazione della radiazione (raggi X) con la materia, interesse o curiosità per storia dell'arte, archeologia, restauro.
Armando Bazzani	Fisica dei sistemi complessi	1) Sistemi dinamici su network : relazione tra proprietà dinamica e struttura del network di interazione con applicazioni ai sistemi biologici e sociali. 2) Analisi dati e modelli per la mobilità umana utilizzando dati di flussi di traffico e dati GPS da telefonia mobile. 3) Applicazioni della teoria dei sistemi dinamici e stocastici alla fisica degli acceleratori.	1) Collaborazione con INFN progetto LINCOLN, università di Padova e GSSI de L'Aquila. 2)Collaborazione con Telecom, Comune di Bologna e Regione ER. 3) Collaborazione con i laboratori del CERN.	3-5	1) Elementi di teoria dei network, sistemi dinamici e meccanica statistica. 2) Metodologie di analisi dati, elementi di fisica numerica e conoscenze di programmazione Python C++. 3) Sistemi dinamici , linguaggio di programmazione e fisica numerica.
Docenti di fisica dell'atmosfera e del clima (contattare prof. Leo/prof. Porcù)	Fisica dell'Atmosfera e del clima	Simulazioni numeriche ad alta risoluzione per analizzare moti atmosferici turbolenti puramente inerziali o convettivi. I casi studio saranno selezionati per riprodurre geometrie semplificate che permettano lo studio di, ad esempio, venti anabatici e di pendio per applicazioni alla meteorologia montana, strato limite atmosferico turbolento su terreno complesso, dispersione di inquinanti da canyon urbani. Analisi di dati da strumenti di remote sensing e da terra per lo studio della variabilità delle proprietà fisiche degli aerosol e delle goccioline di precipitazione. Atmospheric teleconnections in observations and climate models The middle-atmosphere semi-annual oscillation in atmospheric reanalyses. Influenza dell'attività elettrica in nube sulla struttura microfisica della precipitazione. Altri temi su argomenti di atmosfera/clima sono concordabili a secondo dell'interesse dello studente.	Sono possibili collaborazioni con enti esterni (ARPAE, CNR)	2-4	Conoscenza di tecniche di programmazione. Consigliato il corso di Fondamenti di Fisica dell'Atmosfera
Luca Pasquini, Raffaello Mazzaro	Fisica della Materia	Studio sperimentale di ossidi semiconduttori per la produzione di idrogeno solare. Possibili tecniche sperimentali: spettroscopia di fotocorrente e di assorbimento ottico, microscopia elettronica e diffrazione di raggi X.	Si lavora nell'ambito di progetti nazionali e europei sul tema delle energie rinnovabili.	2	nessuno
Luca Pasquini	Fisica della Materia	Studio sperimentale di idruri metallici per l'accumulo reversibile di idrogeno. Possibili tecniche sperimentali: fusione ad arco, microscopia elettronica e diffrazione di raggi X, misure termodinamiche e cinetiche di assorbimento di idrogeno	Si lavora nell'ambito di progetti nazionali e europei sul tema delle energie rinnovabili.	2	nessuno

Cesare Franchini	Fisica della Materia	Simulazione numeriche sulle proprietà dei materiali con metodi ab initio quanto-meccanici e di machine learning.	Progetti locali e internazionali	2-4	nessuno
Cesare Franchini	Fisica della Materia	Sviluppo codice e analisi analitiche nell'ambito della fisica teorica della materia e della fisica statistica: tight-binding, hamiltoniane efficaci, (Quantum) Monte Carlo, bande, etc.	Progetti locali e internazionali	2-4	nessuno
Daniela Cavalcoli	Fisica della Materia	Studi sperimentali di semiconduttori avanzati (ad esempio perovskiti ibride) per applicazioni fotovoltaiche. Misure di proprietà ottiche ed elettroniche.	Progetti locali e internazionali su conversione dell'energia solare	2	nessuno
M.C. Righi, M. Marsili	Fisica della Materia	Simulazioni da principi primi di materiali a bassa dimensionalità su superfici e interfacce solide.	Progetti internazionali e collaborazioni locali	2-4	nessuno
M.C. Righi, P. Restuccia	Fisica della Materia	Simulazioni da principi primi di processi catalitici per la riduzione della CO_2	Progetti internazionali e collaborazioni locali	2-4	nessuno
M. Clelia Righi	Fisica della Materia	Studio di materiali per la riduzione dell' energia dissipata per attrito o per la produzione di idrogeno mediante simulazioni di dinamica molecolare ab initio e machine learning	Progetti internazionali e collaborazioni locali/internazionali	2-4	nessuno
B. Fraboni, T. Cramer, L. Basiricò	Fisica della Materia	Studio delle proprietà optoelettroniche di semiconduttori innovativi per applicazioni sensoristiche nell'ambito dell'elettronica flessibile e sostenibile.	Progetti internazionali e collaborazioni locali	2-3	nessuno
Domenico Di Sante	Fisica della Materia	Calcolo e studio delle proprietà topologiche di fononi chirali su reticoli bidimensionali	Progetti locali ed internazionali con collaborazione di enti sperimentali	3	nessuno
Domenico Di Sante	Fisica della Materia	Studio della conducibilità di spinHall quantistica dinamica con aspetti di programmazione numerica	Progetti locali ed internazionali con collaborazione di enti sperimentali	3	nessuno
Marco Prevedelli, Francesco Minardi	Fisica della Materia	Esperimenti di raffreddamento e intrappolamento di atomi mediante laser.	Progetti nazionali e internazionali	2	nessuno
Samuele Sanna	Fisica della Materia	Studio sperimentale di nuovi fenomeni quantici nella materia, per esempio a carattere superconduttivo o magnetico, tramite misure di risonanza magnetica nucleare o spettroscopia muonica anche attraverso analisi dati o simulazioni	CNR, Rutherford Appleton labs (UK), Paul Sherrer Institute (CH), Brown Univ. (USA)	2-4	nessuno
Samuele Sanna	Fisica della Materia	Sviluppo sperimentale di nuovi magneti per applicazioni in ambito automotive e loro caratterizzazione strutturale e magnetica	CNR, aziende del settore	2-4	nessuno
Samuele Sanna	Fisica della Materia	Sviluppo di codici e/o protocolli sperimentali per l'uso della risonanza magnetica per quantum computing or sensing	Brown Univ. (USA)	2-4	nessuno
Beatrice Fraboni, Tobias Cramer, Laura Basiricò	Fisica della Materia	Deposizione e caratterizzazione di dispositivi semiconduttori a film sottile Questa tesi riguarda la fabbricazione di dispositivi a film sottile che utilizzano nuovi semiconduttori di come strati attivi. La tesi è in collaborazione con uno dei progetti di dottorato nel nostro gruppo. La fabbricazione del dispositivo farà uso dei processi tradizionali nella lavorazione dei semiconduttori come fotolitografia, deposizione di strati metallici, incisione, ecc. La caratterizzazione sarà basata su tecniche di misurazione standard dei semiconduttori. Le applicazioni dei dispositivi possono riguardare nuovi sensori, transistor o studi di base sul trasporto fisico.	Progetti internazionali e collaborazioni locali/internazionali	2-4	nessuno
Beatrice Fraboni, Tobias Cramer, Laura Basiricò	Fisica della Materia	Microscopia a forza atomica Questa tesi riguarda un piccolo progetto di ricerca sull'imaging di nuovi campioni con una tecnica di microscopia a forza atomica (AFM) per la caratterizzazione superficiale multifunzionale. Le tecniche AFM possono coinvolgere la microscopia a forza elettrostatica, l'AFM a controllo elettrochimico, la microscopia a forza con sonda Kelvin, le tecniche di mappatura del volume della forza o altre.	Progetti internazionali e collaborazioni locali/internazionali	2-4	nessuno
Beatrice Fraboni, Tobias Cramer, Laura Basiricò	Fisica della Materia	Progettazione sperimentale per la fisica dei materiali Sviluppo e test di un nuovo esperimento di caratterizzazione nel contesto della fisica dei materiali. Ciò riguarda l'assemblaggio dei componenti, la calibrazione, le misurazioni elettriche e/o ottiche e la documentazione.	Progetti internazionali e collaborazioni locali/internazionali	2-4	competenze di programmazione (Python o Matlab).
Enrico Campari	Fisica della Materia, Trasferimento tecnologico	Creazione o ampliamento di voci dell'enciclopedia online Wikipedia. L'attività prevede la scelta di un argomento legato agli studi di Fisica di cui non esista o sia solo in forma ridotta la corrispondente voce dell'enciclopedia. Il tesista dovrà scrivere o ampliare la voce scelta in accordo con le specifiche generali di Wikipedia. A scelta la voce verrà scritta in italiano o in inglese		2-3	nessuno

Docenti di Geofisica	Fisica della Terra	I docenti del Gruppo di Geofisica sono disponibili come Relatori per gli studenti interessati a tesi di carattere teorico/matematico, di modellizzazione o di analisi dati nel campo della Fisica della Terra, e specificamente in uno dei seguenti ambiti: a) Sismologia/Sismologia applicata/Fisica della sorgente sismica b) Fisica del vulcanismo c) Tsunami d) Instabilità di pendio e) Geodesia/Deformazioni f) Geodinamica g) Oceanografia h) Gravimetria È possibile svolgere il lavoro di tesi in collaborazione con INGV, CMCC. L'argomento specifico è concordato tra il docente e lo studente. Gli studenti interessati sono invitati a contattare i docenti coinvolti (tra parentesi l'elenco degli ambiti che il docente è disposto a supervisionare): A. Armigliato (a,c), Maria Elina Belardinelli (a,b,e), L. De Siena (a,f), M. Nespoli (a,b,e,h), E. Paolucci (a), A. Piombo (h), E. Rivalta (a,b,e), G. Spada (e,f), F. Zaniboni (c,d). N. Pinardi (g), P. Oddo (g), M. Zavatarelli (g).	INGV, CMCC, CNR-ISMAR	2-3	Avere sostenuto l'esame di Fisica dei Solidi e dei Fluidi, elementi di programmazione
Docenti di Geofisica	Fisica della Terra	Alcuni docenti sono disponibili come Relatori per gli studenti interessati a tesi da sviluppare in collaborazione con INGV sui seguenti argomenti: a) applicazione della tecnica GNSS-IR (Riflettometria GNSS) per la stima del livello del mare e del contenuto di umidità del suolo, e confronto con i valori rilevati da altri strumenti, come ad esempio i mareografi; b) stima dei parametri di faglia nell'area delle Alpi Meridionali partendo da dati di deformazione del suolo GNSS e InSAR e confronto con uno studio già pubblicato che utilizza altro metodo; c) verifica delle eventuali deviazioni rispetto alla legge di potenza Gutenberg-Richter, della distribuzione delle frequenze e magnitudo dei terremoti, durante sciami sismici naturali e indotti, legati alla presenza di fluidi crostali; d) riconoscimento dell'attività di ice-calving (distacchi e deformazioni al fronte dei ghiacciai) nel fiordo Wolstenheim (Groenlandia) attraverso analisi di dati sismologici; e) dispersione delle macro-plastiche di origine fluviale nel bacino del Mare Mediterraneo attraverso modellistica idrodinamica e lagrangiana in funzione delle principali forzanti meteomarine; f) stratificazione del Mar Mediterraneo negli ultimi 30 anni analizzando dati da modelli di rianalisi. Lo studio può proseguire utilizzando tecniche di clustering o pattern recognition in base ai risultati ottenuti; g) proprietà anisotropiche del mantello superiore nell'area balcanica o della Sardegna attraverso analisi e modellazione di dati sismologici. I risultati verranno confrontati con la bibliografia e integrati nei database esistenti; h) analisi delle caratteristiche del Catalogo Euro-Mediterraneo degli RCMT (Regional Centroid Moment Tensor). Si confronteranno queste caratteristiche con le medesime di altri cataloghi. Gli studenti interessati sono invitati a contattare i docenti coinvolti (tra parentesi l'elenco degli argomenti che il docente è disposto a supervisionare): E. Baglione (e, f), M. E. Belardinelli (b), L. De Siena (g,h), M. Nespoli (c), E. Rivalta (d), G.	sezione di Bologna dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	2-3	Avere sostenuto l'esame di Fisica dei Solidi e dei Fluidi e, consigliabile, ma non obbligatoria, conoscenza di elementi di programmazione Python, o Matlab (a, c, e, f, g) o Fortran (a), sistemi Linux/MacOS (d, g), shell scripting (f, h)
Roberto Spighi, Mauro Villa	Fisica Nucleare applicata	Si propongono tesi sperimentali o compilative riguardanti uno o più di questi aspetti: a) analisi di dati acquisiti presso centri di terapia con adroni (CNAO, Trento, Heidelberg, GSI); b) simulazioni di reazioni nucleari nell'apparato sperimentale o nel corpo di un paziente c) sviluppo e ottimizzazione dei rivelatori di FOOT, del sistema di acquisizione e/o del codice di ricostruzione degli eventi.	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Centro Nazionale Adroterapia Oncologica (CNAO), GSI (Germania)	2-3	nessuno
Maurizio Spurio, Annarita Margiotta	Fisica Nucleare e Subnucleare	Tesi sperimentale o compilativa legata all'esperimento KM3NeT per la fisica e l'astrofisica del neutrino. Le attività possono coinvolgere analisi dei dati acquisiti per la ricerca di sorgenti astrofisiche di neutrini, oppure in misure in laboratorio per la caratterizzazione e test della presa dati (DAQ). Ai candidati verranno presentate le disponibilità e saranno seguiti nell'attività anche da un ricercatore post-doc o da un dottorando.	INFN-Bologna (Illuminati, Chiarusi)	2-3	Nessun particolare prerequisito. Per le attività di analisi dati si farà uso del linguaggio di programmazione C++ e del software ROOT.
Andrea Alici	Fisica Nucleare e Subnucleare	1) Analisi dati raccolti dall'esperimento ALICE al CERN. Le analisi sono dedicate prevalentemente allo studio di adroni heavy-flavour (in particolare barioni charmati ΛC e ΣC) ricostruiti e misurati dall'esperimento; le diverse tipologie di tesi possono riguardare l'ottimizzazione dell'algoritmo di selezione dei segnali provenienti da tali particelle, l'analisi di estrazione del segnale utilizzando la ricostruzione della massa invariante tramite lo studio dei prodotti di decadimento, oppure studi di performance utilizzando simulazioni Monte Carlo. A seconda della tipologia di analisi, il/la candidato/a potrebbe lavorare con analisi multivariate e tecniche di Machine Learning. 2) Tesi sperimentali di laboratorio nell'ambito dei progetti ALICE3 ad LHC ed ePIC ad EIC con sviluppo di sensori al silicio innovativi. Il lavoro di tesi può prevedere sia misure di caratterizzazione e di performance in laboratorio di tecnologie al silicio (SiPM, LGAD, CMOS-MAPS), con attività pratica di misura e di analisi dei valori misurati, oppure analisi di dati raccolti con tali sensori in recenti test con fasci di particelle cariche o test di irraggiamento per la valutazione della tolleranza alla radiazione.	INFN (Laboratorio silici)	2-3	Si consiglia la conoscenza del software di analisi ROOT

Iacopo Vivarelli	Fisica Nucleare e Subnucleare	1) Sensitività di ATLAS a nuove particelle a vita media lunga. Molti modelli di nuova fisica prevedono l'esistenza di particelle cariche con vita media lunga. Lo studente valuterà la sensitività di misure di ionizzazione e tempo di volo fatte con ATLAS a vari modelli, utilizzando sia modelli simulati che dati reali. Il progetto richiederà lo sviluppo software di analisi, che utilizzerà metodi statistici avanzati, utilizzando anche tecniche di machine learning. 2)Performance dei calorimetri di IDEA: IDEA è un rivelatore proposto per esperimenti a collider leptonici futuri. Il suo sistema di calorimetri usa tecniche innovative in grado di dare una risoluzione calorimetrica per la misura di adroni mai vista prima. Il progetto consiste nell'utilizzo della simulazione dell'esperimento per caratterizzare la qualità delle misure energetiche in misure di sezione d'urto, massa e larghezza del bosone di Higgs 3)Sviluppo test per fibre ottiche HIDRA: HIDRA è un progetto INFN che si propone di costruire un prototipo di calorimetro dual-readout a fibre ottiche per esperimento a futuri collider leptonici. Le fibre ottiche devono essere caratterizzate in laboratorio per la loro risposta in frequenza e lunghezza di attenuazione. Lo studente parteciperà allo sviluppo di una test bench per effettuare queste misure. Il lavoro richiederà l'uso di un led di alta qualità e di uno spettrometro di precisione.	ATLAS, INFN-Bologna, CERN	4	Conoscenze software (C++ o Python)
Matteo Franchini, Nicola Semprini Cesari	Fisica Nucleare e Subnucleare	1) Studio di algoritmi di quantum computing basati sulla tecnologia del quantum annealing per l'analisi dei dati in fisica delle particelle. Gli algoritmi vengono testati sui dati dell'esperimento ATLAS, con l'obiettivo di ottimizzarli ed estenderne l'applicazione ad altre problematiche fisiche. 2) Sviluppo di sistemi di controllo e lettura di qubit superconduttivi in cavità risonanti mediante schede elettroniche a radiofrequenza (RFSoC), con possibilità di estensione allo studio e sviluppo di un sistema multi-qubit o basato su transmon.	INFN Bologna	2-3	nessuno
Tommaso Diotalevi, Daniele Bonacorsi	Fisica Nucleare e Subnucleare	a) Studio e sviluppo di soluzioni basate su infrastrutture di calcolo distribuito (Grid e Cloud), e utilizzo di tecnologie container (e.g. Docker) per l'ottimizzazione e l'automazione delle analisi dati nell'ambito dell'esperimento CMS al CERN. b) Monitoraggio dell'impatto ambientale (gCO2eq) nelle analisi dati e simulazioni Monte Carlo, nell'ambito dell'esperimento CMS al CERN. Contattare i docenti per maggiori dettagli sulle proposte di argomenti di tesi.	CMS, CERN	2-4	Esame di programmazione per la fisica (linguaggi Python e/o C++, ROOT).
Alessandra Fanfani, Carlo Battilana	Fisica Nucleare e Subnucleare	Tesi sperimentale sullo studio delle prestazioni di muoni per la ricerca di particelle esotiche a lunga vita media nell'esperimento CMS. Contattare i docenti per maggiori dettagli sulla proposta.	INFN-Bologna, CMS	3-4	preferibili conoscenze software (python e/o C++, ROOT)
Alessandra Fanfani, Carlo Battilana, Luigi Giuducci, Tommaso Diotalevi	Fisica Nucleare e Subnucleare	Tesi di analisi dati su ricerche di nuova fisica (ad esempio particelle esotiche a lunga vita media che decadono in muoni oppure Higgs neutri oltre il Modello standard) o nell'ambito della fisica del B. Contattare i docenti per maggiori dettagli sulle proposte di argomenti di tesi	INFN-Bologna, CMS	3-4	preferibili conoscenze software (python e/o C++, ROOT)
Lorenzo Rinaldi	Fisica Nucleare e Subnucleare	Tecniche innovative per il calcolo scientifico (Grid&cloud computing, HPC, machine/deep learning) nell'ambito dell'esperimento ATLAS al CERN	INFN Bologna, ATLAS	2-3	Conoscenza di base di programmazione
Antonio Sidoti, Carla Sbarra	Fisica Nucleare e Subnucleare	Sviluppo software per l'acquisizione dati e test di moduli Pixel per l'upgrade ITk di ATLAS a LHC Il progetto ITk (Inner Tracker) è parte dell'aggiornamento del rivelatore ATLAS in vista della fase ad alta luminosità di LHC (HL-LHC). ITk sostituirà l'attuale tracciatore interno con un sistema completamente nuovo basato su rivelatori a Pixel e a strip di silicio, garantendo una maggiore risoluzione spaziale e una migliore tolleranza alle elevate dosi di radiazione attese. Il lavoro di tesi prevede lo sviluppo di un software per l'acquisizione e l'analisi dei dati provenienti dai moduli Pixel di ITk, con l'obiettivo di caratterizzarne le prestazioni e verificarne la conformità ai requisiti sperimentali. Il candidato avrà la possibilità di partecipare ai test in laboratorio, eseguendo misure di risposta elettronica. L'attività comprenderà: Analisi delle performance dei moduli tramite misure di laboratorio. Validazione del software su moduli reali. Progettazione e implementazione di un software di acquisizione dati per i test dei moduli	INFN Bologna, CERN	3-4	Conoscenze di base di programmazione (preferibilmente in Python e C++) e interesse nella strumentazione per rivelatori di particelle
Antonio Sidoti, Max Sioli	Fisica Nucleare e Subnucleare	L'esperimento ATLAS al Large Hadron Collider (LHC) permette di sondare le energie più alte mai raggiunte in laboratorio, offrendo l'opportunità di cercare segnali di nuova fisica oltre il Modello Standard (BSM). Tra i canali sperimentali più promettenti vi sono quelli che coinvolgono stati finali con più leptoni, i quali possono emergere in diversi scenari teorici come modelli con neutrini pesanti Il lavoro di tesi consisterà nell'analisi di dati raccolti dall'esperimento ATLAS, con l'obiettivo di identificare e studiare eventi multileptonici potenzialmente riconducibili a processi di nuova fisica. In particolare, l'attività includerà: Selezione e ricostruzione di eventi multileptonici utilizzando dati reali e simulati. Studio dei principali fondi di background del Modello Standard e strategie per la loro soppressione Implementazione di tecniche avanzate di analisi dati, inclusi metodi di machine learning per l'ottimizzazione della selezione degli eventi. Interpretazione dei risultati in termini di possibili segnali di nuova fisica. La tesi prevede l'uso di strumenti di analisi basati su ROOT e Python, e il candidato avrà l'opportunità di lavorare con dati reali dell'esperimento ATLAS. Sono richieste competenze di base in programmazione e interesse per la ricerca sperimentale ai collider.	INFN Bologna, CERN	3-4	Conoscenze di base di programmazione (preferibilmente in Python e C++) e interesse nella ricerca sperimentale ai collider

Angelo Carbone, Fabio Ferrari	Fisica Nucleare e Subnucleare	Calibrazione della luminosità assoluta utilizzando i dati collezionati dal rivelatore PLUME dell'esperimento LHCb del CERN Il luminometro PLUME è un odoscopio dotato di 48 fotomoltiplicatori, installato all'inizio del Run 3 del LHC. Questo rivelatore è stato progettato per misurare il numero di collisioni protone-protone che si verificano all'interno dell'acceleratore e vengono rilevate dall'esperimento LHCb. Tale parametro, noto come luminosità istantanea, riveste un ruolo cruciale per il funzionamento del rivelatore LHCb, in quanto deve essere mantenuto costante per assicurare prestazioni ottimali e garantire un'operazione sicura di tutti i sottosistemi che lo compongono. Il lavoro di tesi prevede lo sviluppo di algoritmi per l'analisi dei dati, finalizzati a esaminare il dataset raccolto dal rivelatore LHCb durante il 2024. In particolare, l'analisi sarà focalizzata sulla determinazione delle sezioni d'urto assolute relative al rivelatore PLUME, un input fondamentale per la calibrazione della misura della luminosità	INFN Bologna, CERN, LHCB	2-4	nessuno
Laura Fabbri, Marino Romano	Fisica Nucleare e Subnucleare	Tesi di analisi dati all'interno del progetto BE PROUD (BEauty PROobes of quantUm chromoDynamics). Questo progetto mira a misure precise e innovative della produzione di un bosone vettore elettrodebole, bosone W o Z, in associazione con jet originati da un quark b (b-jet) nelle collisioni protone-protone. La produzione di un bosone W o Z in associazione con b-jet è una sonda per le previsioni della Cromodinamica Quantistica perturbativa nel panorama complesso in cui sono contemporaneamente presenti più scale di energia. Il progetto si svolge in collaborazione con l'Università di Cosenza e di Genova. Il lavoro che si svolgerà a Bologna ha l'obiettivo di misurare la sezione d'urto per la produzione di un bosone Z in associazione con b-jet nel cosiddetto regime boosted, dove i jet hanno un momento trasverso dell'ordine del TeV. I progetto richiederà lo sviluppo software di analisi, che utilizzerà metodi statistici avanzati.	ATLAS, INFN , CERN , UniCal, UniGe	4	Conoscenze di base di programmazione (C++ e ROOT)
Daniele Bonacorsi	Fisica Nucleare e Subnucleare	Applicazione di tecniche di Intelligenza Artificiale (machine learning e deep learning) a dataset legati a ricerca in fisica delle particelle, sia di esperimento (esperimenti attivi - come CMS a LHC, oppure VIRGO - o esperimenti futuri - come Einstein Telescope) sia di data center che collaborano all'esperimento. Risorse di calcolo di alto profilo (CPU, GPU e FPGA di ultima generazione) possono essere disponibili e accessibili agli studenti per il lavoro di tesi e per aumentare le proprie competenze tecniche e arricchire il CV. Possibili tematiche sia più conservative sia più ambiziose (la scelta potrebbe determinare la durata del lavoro di tesi). La tesi consentirà di familiarizzare con le basi di questi approcci e acquisire esperienza nell'applicazione a contesti reali. Contattare il docente per mail per avere appuntamento e discutere in maggiore dettaglio le proposte di tesi.		2-5	Conoscenza di base di qualche linguaggio di programmazione (Python e/o C++).
Daniele Bonacorsi	Fisica Nucleare e Subnucleare	Esplorazione di metodi di quantum computing, sia a livello generale (per familiarizzare sul tema) sia su applicazioni specifiche, con la possibilità di familiarizzare con ambienti e framework in ambito quantum machine learning. Contattare il docente per mail per avere appuntamento e discutere in maggiore dettaglio le proposte di tesi.		2-5	Conoscenza di base di qualche linguaggio di programmazione (Python e/o C++).
Angelo Carbone, Fabio Ferrari, Marianna Fontana, Stefano Perazzini	Fisica Nucleare e Subnucleare	Analisi dei dati dell'esperimento LHCb per la ricerca della violazione di CP nei decadimenti di charm e beauty L'esperimento LHCb è stato progettato per effettuare misure di altissima precisione della matrice CKM e della violazione di CP. Durante il RUN 3, il numero di adroni charm e beauty disponibili sta raggiungendo quantità mai ottenute prima. Il lavoro di tesi prevede l'analisi dei dati di LHCb, la definizione degli algoritmi di selezione, anche tramite l'uso dell'Intelligenza Artificiale, e l'elaborazione dei modelli teorici da adattare ai dati per misurare il numero di eventi di segnale e sottrarre le componenti di fondo.	INFN Bologna, CERN, LHCB	2-4	nessuno
Angelo Carbone, Fabio Ferrari, Marianna Fontana, Stefano Perazzini	Fisica Nucleare e Subnucleare	Caratterizzazione di fotomoltiplicatori (PMT) e materiali scintillanti plastici per l'esperimento LHCb L'esperimento LHCb è stato progettato per effettuare misure di altissima precisione della matrice CKM e della violazione di CP. Durante il RUN 4, LHCb sarà dotato di un nuovo calorimetro (PicoCal), caratterizzato dalla presenza di fibre scintillanti inserite all'interno di un materiale assorbente (tungsteno e piombo). Il lavoro di tesi consiste nel misurare le principali caratteristiche di materiali plastici innovativi e dei fotomoltiplicatori che saranno installati durante la fase LS3 (2027-2029), quando verranno apportati miglioramenti all'esperimento LHCb	INFN Bologna, CERN, LHCB	2-4	nessuno
Nicolò Masi, Alberto Oliva	Fisica Nucleare e Subnucleare (Fisica Astroparticellare)	La tesi avrà come oggetto uno degli esperimenti di fisica delle particelle attualmente o prossimamente operativi nello spazio (ad esempio AMS-02 sulla Stazione Spaziale Internazionale, HEPD-02 sul satellite CSES-02, …) che vedono coinvolti ricercatori di Bologna. Saranno approfonditi il funzionamento e gli obiettivi scientifici dell'esperimento scelto. Focalizzandosi su specifici aspetti, come la ricerca di materia oscura, l'origine dei raggi cosmici e la meteorologia spaziale, lo studente sarà impegnato in un lavoro originale di misura o di interpretazione dei dati raccolti, nel contesto della modellistica teorica astroparticellare più avanzata."	INFN Bologna, CERN	3	Conoscenze di base di programmazione (C++ oppure Python).
Cristian Massimi	Fisica Nucleare e sue applicazioni	1) Tesi sperimentale o compilativa legata all'esperimento n_TOF del CERN su attività di ricerca di interesse per le tecnologie nucleare emergenti, l'astrofisica nucleare e la nucleosintesi degli elementi nelle stelle e la fisica nucleare di base (modelli di fissione, proprietà statistiche dei nuclei). 2) Sviluppo di rivelatori di radiazione 3) Misura della radiazione ambientale	INFN, ENEA, n_TOF, CERN, DIFA, Laboratorio OPH	2-3	nessuno
Rita Fioresi	Geometria	Analisi di dataset medici con metodi di Geometric Deep Learning e Machine Learning Gruppi e Algebre di Lie, Teoria della rappresentazione per la fisica		2-4	nessuno
Mirko Degli Esposti	Sistemi Complessi Urbani	Tesi computazionali nell'ambito dell'estrazione di informazione intelligente da dati geospaziali (satellitari, LiDAR, ortofoto) nell'ambito di applicazioni urbane (clima, energia, mobilità)	Collaborazione con il centro HPC, Cineca	3-6	Python, rudimenti di pytorch e reti deep, attitudine a lavorare in ambiente multidisciplinare.