

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA – DIFA	Pag. 1/5
	SUA-RD Quadro B1b GRUPPI DI RICERCA	Rev. 02 15/10/2021

Le attività di ricerca del DIFA si svolgono all'interno dei Settori Dipartimentali (SD), che svolgono un ruolo importante anche nella gestione delle risorse quali suddivisione dei fondi per assegni di ricerca e utilizzo dei punti organico per assunzioni e progressioni di carriera. La ricerca svolta all'intero dei SD è articolata in più linee di ricerca o esperimenti, ciascuna delle quali ha un responsabile specifico. Le attività dei gruppi di ricerca sono descritte con maggior dettaglio nella pagina web:

<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca>

APC – Fisica Applicata e dei Sistemi Complessi

<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/fisica-applicata-e-dei-sistemi-complessi>

L'attività di ricerca del settore si svolge in vari ambiti caratterizzati da una forte interdisciplinarietà: Biofisica e Biostatistica, Fisica Medica, Ambiente e Beni Culturali, Sistemi Complessi in Fisica e in Biologia. Metodi computazionali *high-throughput* vengono sviluppati, applicati ed implementati su infrastrutture disponibili al settore (*in-house computing and storage cluster*) o mediante collaborazioni con enti di ricerca (CNAF-INFN). Le principali tecniche sperimentali utilizzate spaziano dalla microscopia all'elettrofisiologia, dalla risonanza magnetica nucleare (NMR) ai raggi X. Vari modelli matematici (sistemi deterministici e stocastici, teoria dei network) sono utilizzati per caratterizzare fenomeni in ambito biomedico, ambientale, sociale e finanziario, e una massiccia attività di *Data Analytics* e *Machine Learning* viene svolta sia per finalità di ricerca pura (Biomedicina, Beni Culturali) che applicata (diagnostica predittiva e gestione avanzata di sensoristica industriale).

I gruppi appartenenti al settore sono coinvolti in progetti di ricerca di grande rilievo a livello nazionale ed europeo (FP7, H2020) su tematiche di elevato impatto sociale: analisi e modelli genomici per invecchiamento; patologie tumorali e sorveglianza batteriologica; analisi di immagini biomediche; impatto ambientale delle variazioni climatiche e dell'attività antropica; archeometria; dosimetria a raggi X e sviluppo di nuovi rivelatori per la medicina; *Big Data Analytics* in ambito biomedico e sociale.

L'attività di ricerca si svolge in collaborazione con aziende private (ricerca & sviluppo, consulting), centri di ricerca internazionali (Brown University USA, Cambridge University UK, CERN, CNRS Marseille, ETH Zurich, DKFZ Heidelberg) e nazionali (SISSA Trieste, Roma Sapienza, CNR, INBB, INFN).

AST – Astrofisica

<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/astrofisica>

Il settore di Astrofisica è attivo nei campi dell'astrofisica teorica, computazionale, osservativa e nello sviluppo di tecnologia astronomica. Alcune ricerche hanno come obiettivo la comprensione dei processi fisici di stelle, galassie, ammassi di galassie e della loro evoluzione. Altri studi riguardano l'Universo nel suo complesso (cosmologia), le sue componenti di materia ed energia e le connessioni con la fisica delle astroparticelle. Lo staff è coinvolto in svariati progetti internazionali di alto profilo e competitività basati su dati raccolti con telescopi terrestri e spaziali (HST, ESO VLT, Chandra, XMM-Newton, Herschel, NuSTAR, ALMA, LOFAR, VLA/VLBI, Fermi, RadioAstron, eROSITA). Un ruolo particolare è rivestito dalla missione spaziale ESA Euclid che sarà lanciata nel 2022 e che ha lo scopo di comprendere la natura dell'energia oscura e di tracciare l'evoluzione dell'universo negli ultimi dieci miliardi di anni. Nel Consorzio Euclid, lo staff del DIFA-Astrofisica riveste ruoli di alta responsabilità sia scientifica che di gestione della missione a livello internazionale. Inoltre è presente un coinvolgimento di alto profilo nello studio della missione spaziale ESA SPICA operante nell'infrarosso. Il DIFA dispone anche di propri strumenti di osservazione, regolarmente utilizzati anche dagli studenti: due telescopi ottici situati a Loiano (60 e 152 cm di diametro) e

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA – DIFA	Pag. 2/5
	SUA-RD Quadro B1b GRUPPI DI RICERCA	Rev. 02 15/10/2021

due radio-telescopi gestiti da INAF-IRA (la Croce del Nord, di proprietà dell'Università di Bologna e l'antenna parabolica VLBI di 32 m). Oltre ai progetti osservativi, le attività computazionali rivestono un ruolo cruciale e beneficiano di un cluster parallelo di proprietà e gestito da DIFA e di stretti rapporti con CINECA e le sue strutture di supercalcolo.

Il settore Astrofisica è basato nel Campus del Navile dove si trovano anche altri istituti di ricerca astrofisica: INAF-OAS, INAF-IRA, l'ALMA Regional Centre (ARC) e il quartier generale del Cherenkov Telescope Array (CTA). L'insieme di questi istituti rende il nodo bolognese il più grande centro italiano di studi astrofisici.

Le attività principali del Settore Astrofisica riguardano i seguenti temi di ricerca: stelle e popolazioni stellari (in particolare struttura, dinamica ed evoluzione degli ammassi globulari), proprietà fisiche di galassie, ammassi di galassie e della loro materia diffusa, fisica dei nuclei galattici attivi (AGN), cosmologia (formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche, co-evoluzione delle galassie e AGN, missione spaziale Euclid), identificazione e studio delle controparti elettromagnetiche delle onde gravitazionali, strumentazione e tecnologia (LBT, ESO E-ELT, ottiche adattive), storia dell' astronomia (Museo della Specola) e divulgazione.

ATM – Fisica dell'Atmosfera

(<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/fisica-dellatmosfera>)

L'attività di ricerca svolta all'interno del settore tratta di questioni fondamentali connesse alla dinamica, al trasferimento radiativo, alla termodinamica dell'atmosfera terrestre e ai processi di trasporto e diffusione. Lo scopo ultimo delle ricerche svolte è quello di migliorare la conoscenza dei processi fondamentali che regolano l'evoluzione dell'atmosfera nel breve periodo (meteorologia) e a lungo termine (climatologia) e contribuire al miglioramento dei modelli di previsione meteorologica, sviluppando strumenti osservativi e modellistici. La ricerca svolta nel settore è pienamente integrata in un contesto di ricerca nazionale ed internazionale e collabora attivamente con numerosi centri di ricerca che si occupano di scienza dell'atmosfera a livello locale e internazionale.

I principali argomenti di ricerca sono:

Nubi in Troposfera: le fasi condensate in Troposfera sono studiate tramite l'analisi di misure effettuate da remoto sia con strumenti attivi che passivi, da dati raccolti in-situ e tramite lo sviluppo di modelli teorici. L'attività di ricerca è basata sullo sviluppo ed il miglioramento di algoritmi matematici per il calcolo di radianze e flussi ad alta risoluzione spettrale in presenza di strati che coinvolgono processi di diffusione multipla.

Meteorologia, climatologia urbana e fluidodinamica ambientale: l'attività di ricerca è focalizzata sulla comprensione e la modellazione del flusso e dei processi di dispersione in atmosfera così come del loro ruolo e feedback sul clima. L'accento è posto sulla termodinamica dei fenomeni atmosferici e dei sistemi ambientali a varie scale spazio-temporali che vanno da pochi metri a qualche chilometro e dalla frazione di secondi (turbolenza) ad anni (cambiamenti climatici). Attenzione è dedicata allo studio dell'ambiente urbano e del sistema città nel suo complesso, dalla sua "respirabilità", cioè dalla sua ventilazione "naturale" allo studio del flusso e dell'energia scambiata e trasportata tra gli strati di interfaccia. Nel contesto della meteorologia e climatologia urbana, la ricerca si articola in particolare sui seguenti aspetti: la connessione tra la struttura urbana, la vegetazione ed i processi atmosferici; l'isola urbana di calore, la qualità dell'aria ed il loro ruolo nei sistemi climatici.

Microfisica e telerilevamento della precipitazione: il gruppo è coinvolto nella caratterizzazione delle proprietà microfisiche e radiative degli elementi di precipitazione, attraverso misure ottenute da campagne sperimentali con disdrometri e radar da terra, con il duplice obiettivo di migliorare la conoscenza dei processi microfisici collegati e il telerilevamento delle caratteristiche della precipitazione.

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA – DIFA	Pag. 3/5
	SUA-RD Quadro B1b GRUPPI DI RICERCA	Rev. 02 15/10/2021

Radiazione nel lontano infrarosso: l'emissione terrestre nel lontano infrarosso (FIR) è fortemente caratteristica del nostro pianeta e costituisce una componente fondamentale del bilancio energetico planetario e di conseguenza è di estrema importanza per la nostra comprensione del clima. Lo studio dell'emissione terrestre nel FIR e dei principali processi che ivi avvengono è un progetto pluridecennale del nostro gruppo. Attualmente sono in corso studi scientifici ed industriali di Fase-A riguardanti il progetto FORUM (Far-infrared Outgoing Radiation Understanding and Monitoring) che è stato recentemente selezionato dall'ESA come una delle due missioni candidate per l'Earth Explorer 9 Fast Track Mission programme.

DID – Didattica e Storia della Fisica

(<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/didattica-e-storia-della-fisica>)

L'attività di ricerca svolta dal gruppo comprende studi relativi a: i) analisi dei fondamenti della fisica contemporanea (relatività, termodinamica, fisica quantistica) e loro ricostruzione in prospettiva didattica; b) analisi del ruolo dell'insegnamento/apprendimento della fisica per la promozione di un pensiero critico verso tematiche ambientali (ad esempio, il riscaldamento globale); c) comprensione/modellizzazione dell'apprendimento come processo individuale di cambiamento concettuale e appropriazione; d) costruzione di modelli di formazione degli insegnanti.

Lo sviluppo dei temi di ricerca implica la progettazione e sperimentazione di materiali didattici innovativi e la conduzione di attività didattiche pilota a diversi livelli scolastici e in contesti di formazione degli insegnanti.

Le principali ricerche del gruppo sono realizzate nell'ambito di collaborazioni internazionali e all'interno di progetti nazionali (PLS) e europei (FP7, Erasmus+).

GEO – Fisica della Terra

(<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/fisica-della-terra>)

Le attività di ricerca affrontano un ampio insieme di fenomenologie fisiche che avvengono nella Terra solida e liquida. I temi principali riguardano la Sismologia, la Fisica del Vulcanismo, la Geodesia e l'Oceanografia: essi sono tutti volti ad approfondire e sviluppare, in modo integrato, la conoscenza dello stato e della dinamica del Sistema Terra e sono propedeutici alla formulazione di linee guida utili per la valutazione e la mitigazione dei rischi naturali connessi.

In ambito sismologico, gli studi sulla fisica della sorgente sismica e sulla meccanica delle faglie rappresentano un prerequisito teorico da un lato per la modellazione dei campi di deformazione transiente e permanente determinati dai terremoti, dall'altro per inquadrare correttamente le analisi statistiche dell'andamento spazio-temporale della sismicità. Possono essere inquadrati nell'ambito sismologico anche la modellazione numerica dei maremoti, nonché della stabilità e della dinamica dei versanti. Il collettore naturale di tali studi sono le valutazioni di pericolosità sismica e da maremoti del territorio nazionale ai fini sia della normativa per le nuove costruzioni (a cui ricercatori del DIFA hanno partecipato e partecipano tuttora), le valutazioni di rischio mirate alla predisposizione di misure di prevenzione e soccorso in zona sismica e lo sviluppo di tecniche di *early warning* e di mitigazione del rischio per i maremoti. In questo quadro si inseriscono anche le misure di deformazione crostale attraverso tecniche satellitari nonché quelle sulla risposta sismica dei suoli e l'*imaging* sismico. Le prime rappresentano un osservabile indipendente ma al tempo stesso strettamente connesso con la fase di rilascio sismico; le seconde completano le valutazioni di rischio dettagliando la diversa risposta sismica di aree tra loro vicine ma con diversa pericolosità. Le misure di deformazione da dati satellitari sono essenziali per il monitoraggio dello stato e della dinamica del

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA – DIFA	Pag. 4/5
	SUA-RD Quadro B1b GRUPPI DI RICERCA	Rev. 02 15/10/2021

Sistema Terra, in relazione anche all'innalzamento del livello marino che è motivo di seria preoccupazione sociale ed economica per una vasta parte della popolazione mondiale che vive in aree costiere o prossime a esse.

Le valutazioni di pericolosità e rischio vulcanico sono invece il collettore naturale degli studi di Fisica del Vulcanismo. In Italia, infatti, sono presenti almeno quattro aree (area Vesuviana, Campi Flegrei, area Etna e isole Eolie) in cui l'attività futura di vulcani ancora certamente attivi potrebbe produrre gravissime conseguenze sul territorio densamente urbanizzato delle vicine città (Napoli e Catania) o soggetto a grandi flussi turistici estivi (Eolie).

Le ricerche oceanografiche sono rivolte alla comprensione di base dei processi che sottintendono la variabilità climatica delle correnti del Mare Mediterraneo, le previsioni oceanografiche a corto termine e l'accoppiamento tra la fisica e la biochimica marina per la comprensione della dinamica della catena trofica e più in generale l'ecosistema marino.

Il settore di Fisica della Terra ha stretti legami di collaborazione scientifica con il Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) e con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Numerose ricerche del gruppo sono realizzate nell'ambito di collaborazioni internazionali e di progetti europei.

MAT – Fisica della Materia

(<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/fisica-della-materia>)

La ricerca svolta dai membri del Dipartimento che afferiscono al settore di Fisica della Materia affronta problematiche che sono alla base degli attuali avanzamenti della conoscenza sulle proprietà fisiche degli stati di aggregazione della materia e dei sistemi materiali ad "alto contenuto conoscitivo" (knowledge-based materials). La ricerca svolta è pienamente inserita nel contesto internazionale, europeo e nazionale. È in parte finanziata da progetti nazionali (PRIN) e internazionali (H2020 e grandi infrastrutture di ricerca) ed è prevalentemente focalizzata su sistemi le cui proprietà fisiche sono alla base di significativi sviluppi tecnologici e che possono avere ricadute di grande rilevanza sociale (ad esempio lo studio di materiali nanostrutturati per applicazioni elettroniche, energetiche e biosensoristiche) e lo sviluppo di metodologie sperimentali avanzate nel campo della luce di sincrotrone e della spettroscopia laser.

Membri del settore sono responsabili di contratti di consulenza e trasferimento tecnologico stipulati tra il Dipartimento e aziende italiane e si avvalgono inoltre della partecipazione ai programmi di ricerca e sviluppo del CIRI-MaM (Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale – Meccanica avanzata e Materiali). Questa attività ha portato al deposito di vari brevetti.

NSN – Fisica Nucleare e Sub-Nucleare

(<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/fisica-nucleare-e-subnucleare>)

La ricerca svolta dal settore ha l'obiettivo di studiare le interazioni fondamentali delle particelle elementari e dei nuclei attraverso esperimenti condotti presso grandi laboratori nazionali e internazionali. Le tipologie di ricerca possono essere classificate in tre grandi ambiti: la fisica subnucleare (dove si studiano principalmente le caratteristiche delle particelle fondamentali e dei mediatori delle forze in esperimenti con acceleratori di altissima energia), la fisica nucleare (dove si studiano proprietà dei nuclei o del quark-gluon-plasma in esperimenti con acceleratori) e la fisica astroparticellare (che studia aspetti nucleari o subnucleari attraverso l'osservazione di eventi di origine cosmica). Le attività condotte riguardano tutte le fasi di vita dei grandi esperimenti: identificazione dei processi fisici da misurare, ricerca e sviluppo su nuovi dispositivi per la rivelazione delle particelle, progettazione degli esperimenti attraverso studi di fattibilità e

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA – DIFA	Pag. 5/5
	SUA-RD Quadro B1b GRUPPI DI RICERCA	Rev. 02 15/10/2021

simulazioni Monte Carlo delle principali interazioni che si vogliono studiare, realizzazione, test e calibrazione degli strumenti, presa dati e analisi. L'intero processo si sviluppa su un arco temporale oggi dell'ordine di molti (10 o più) anni. Molte di queste ricerche vengono svolte in grandi laboratori internazionali (come ad esempio il CERN di Ginevra, i Laboratori Nazionali del Gran Sasso o il Fermilab negli Stati Uniti) oppure nello spazio o nelle profondità sottomarine. Tutte le ricerche in questo settore beneficiano del supporto diretto dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ed in particolare della sezione di Bologna e del locale Centro Nazionale per la Ricerca e Sviluppo nelle Tecnologie Informatiche e Telematiche (CNAF), entrambi dei quali sono ospitati presso i locali del DIFA.

TEO – Fisica Teorica

(<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/ambiti-di-ricerca/fisica-teorica>)

Il gruppo di fisica teorica si occupa dello studio delle interazioni fondamentali e dei fenomeni fisici ed esse riconducibili, partendo da principi primi e dall'analisi dei dati sperimentali. In particolare si affronta lo studio teorico dei fenomeni riguardanti le particelle elementari e le loro interazioni, la meccanica quantistica, la teoria dei campi e delle corde, la fisica statistica, la relatività generale e la gravità quantistica con applicazioni alla cosmologia. La ricerca svolta in questo ambito avviene in stretta collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).