

**SCHEMA PIANO STRATEGICO TRIENNALE DELLA DIDATTICA, DELLA RICERCA E DELLA TERZA  
MISSIONE/IMPATTO SOCIALE DI DIPARTIMENTO  
(2024-2026)**

**Sezione A – Visione della qualità della didattica, della ricerca e della terza missione/impatto sociale del Dipartimento**

**A.1 VISIONE GENERALE**

Il Dipartimento di Fisica e Geologia persegue il raggiungimento di livelli di eccellenza per la qualità della didattica, della ricerca e della terza missione/impatto sociale.

Per raggiungere tali obiettivi, il Dipartimento rafforzerà la visione già delineata nel “Piano Triennale di Sviluppo della Ricerca e della Terza Missione 2021-2023” e nel punto di attenzione E.DIP.1 del “Rapporto di Autovalutazione” trasmesso al Presidio della Qualità nel mese di novembre 2022. Particolare enfasi sarà volta allo sviluppo del piano di sviluppo dipartimentale dal titolo “SUPER-C, Space and Universe Perugia Research Cluster”, grazie al quale il Dipartimento è stato qualificato dal MUR come “Dipartimento di Eccellenza” in seguito alla valutazione VQR 2015-2019.

Le attività del Dipartimento saranno svolte in sinergia con i piani di Ateneo e del contesto di riferimento al fine di massimizzare le possibilità di raggiungimento degli indicatori specifici ed il perseguimento degli obiettivi strategici del Dipartimento in materia di Didattica, Ricerca e Terza Missione/Impatto sociale.

**A.2 DIDATTICA**

**A.2.1 Visione Strategica della didattica**

Nell’ambito della qualità della didattica, il Dipartimento FISGEO, con il contributo attivo dei coordinatori dei CdS e con la supervisione del Responsabile di Qualità dei CdS e del Dipartimento (RQ), eroga sei corsi di studio, di cui tre Lauree Triennali e tre Lauree Magistrali come riportato in Tab. A.2.1.

<b>Classe di Laurea</b>	<b>Corso di Studi</b>	<b>Coordinatore</b>
L-34	Geologia	Prof. Corrado Cencetti
L-30	Fisica	Prof. Gianluca Grignani
L-30	Ottica e Optometria	Prof. Daniele Fioretto
LM-74	Scienze della Terra per la Gestione dei Rischi e dell'Ambiente	Prof. Corrado Cencetti
LM-74	Geology for Energy Resources	Prof. Corrado Cencetti
LM-17	Fisica	Prof. Gianluca Grignani

Tabella A.2.1. Elenco dei Corsi di Studio erogati dal Dipartimento nell’A.A. 2023/2024.

Per tutti i CdS sono state definite le linee strategiche per la didattica rendendo pubblici gli obiettivi formativi, i risultati dell’apprendimento e gli sbocchi occupazionali attraverso i regolamenti didattici (<http://www.fisica.unipg.it/fisgejo/index.php/it/didattica.html>). Inoltre, gli obiettivi proposti dai CdS sono plausibili e coerenti con le politiche e le linee strategiche di Ateneo, in modo particolare con la linea 1. “Didattica” e con la linea 4. “Internazionalizzazione”, rappresentando dei punti di forza per migliorare la qualità delle singole azioni inserite nel quadro globale di riferimento del Piano Strategico Triennale di Ateneo (<https://www.unipg.it/files/pagine/1321/sub-lett.-a-linee-per-la-programmazione-triennale-20242026-ed-annuale-2024.pdf>). In particolare, in termini di internazionalizzazione il Dipartimento eroga un intero corso in lingua inglese (LM-74, Geology for Energy Resources), un curriculum in lingua inglese (Curriculum 2 della LM-74 in Scienze della Terra per la Gestione dei Rischi e dell'Ambiente) e singoli insegnamenti, come nel caso

della L-30 in Fisica, della L-30 in Ottica e Optometria e della LM-17 in Fisica. I corsi di studio hanno un ruolo importante anche in termini delle tematiche della sostenibilità ambientale e della transizione energetica, temi che hanno ricadute sul contesto sociale, culturale ed economico. Su questi aspetti ci sono ampi spazi di crescita dell'attrattività dei CdS. La visione del Dipartimento è di mantenere elevata la qualità della didattica rispondendo con il potenziamento e la qualità dei docenti ed in generale della didattica erogata. In tale direzione l'impegno educativo e pedagogico della professionalità del docente svolge un ruolo determinante nel processo di valorizzazione della qualità e questo sarà uno dei punti di attenzione del Dipartimento nel triennio 2024-2026. Allo stesso tempo alcuni percorsi formativi vanno valorizzati, rendendoli più attrattivi e in linea con le esigenze lavorative caratterizzate da una sempre più rapida evoluzione del mercato del lavoro. Secondo una recente analisi della Società Geologica Italiana (<https://www.socgeol.it/504/le-scienze-della-terra-oggi-in-italia.html>), i corsi di laurea in Scienze Geologiche (classe L-34), in Italia come nel resto del mondo occidentale, necessitano di un aggiornamento nell'offerta formativa con strumenti adatti a migliorarne l'attrattività con contenuti che permettano di formare nuove figure in grado di interagire con il mondo del lavoro in ambito di gestione, salvaguardia e valorizzazione dell'ambiente. Questo processo va incontro alla visione della *European Education Area (EEA)*, che punta a strutturare percorsi di studio individuali e interdisciplinari, che coinvolgono anche classi di studio diverse, al fine di soddisfare sia le aspirazioni dello studente che la realtà occupazionale in continua evoluzione. In questo contesto, al fine di accrescere l'interdisciplinarietà dell'attuale percorso formativo della L-34 in Geologia, il Dipartimento ha approvato, in collaborazione con il Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie (DCBB), a partire dall'A.A. 2024/2025, un corso interclasse L-32/L-34 con l'obiettivo di formare nuove figure lavorative, in linea con le direttive della Comunità Europea, in tema di sostenibilità ambientale e transizione ecologica. La scelta di iniziare un percorso per l'attivazione della laurea interclasse in "Scienze della Terra e dell'Ambiente" è stata condivisa con la comunità di riferimento attraverso il supporto dei Comitati di Indirizzo. Il Corso di laurea interclasse contribuirà a laureare studenti presso l'Ateneo di Perugia puntando ad incrementare il numero di studenti per le lauree magistrali del Dipartimento, quest'ultime già particolarmente attrattive per studenti laureati in altri atenei italiani, europei ed extraeuropei.

Il supporto alla didattica di alta qualificazione e non solo è una delle priorità di sviluppo del progetto di eccellenza Super-C del Dipartimento. Grazie alle risorse a disposizione, il Dipartimento acquisirà un nuovo ricercatore di area GEO con competenze specifiche e funzionale all'attivazione di un insegnamento di "Fondamenti di Planetologia", per la laurea triennale L-32/L-34, garantendo l'avvicinamento degli studenti alla tematica. Nell'ambito della didattica post-laurea, sempre grazie al progetto di eccellenza, aumenterà il numero di borse di studio per i corsi di dottorato afferenti al Dipartimento (2 in Area 02 e 1 in Area 04), investendo con decisione nella formazione di terzo livello ai fini dell'incremento dell'innovazione e della spendibilità del titolo nel mondo del lavoro. Allo stesso modo, il progetto di eccellenza incrementerà le attività formative di *visiting professor* e di esperti di enti e centri di ricerca di elevato profilo scientifico da dedicare alla formazione post-laurea; questo sarà uno dei punti di attenzione del Dipartimento nel triennio 2024-2026.

### **A.3 RICERCA**

#### **A.3.1 Visione Strategica della ricerca**

In ambito di ricerca, si intende perseguire e rafforzare la visione delineata nel "Piano Triennale di Sviluppo della Ricerca e della Terza Missione 2021-2023". Tale visione, consolidata nel tempo, ha permesso al Dipartimento di aggiungere alle linee di ricerca internazionali solide e ad alta produttività scientifica altri prestigiosi finanziamenti sia in ambito PNRR, come ad esempio la responsabilità di due spoke (9 e 10) del progetto Vitality (<https://fondazionevitality.it>), ed essere qualificato dal MUR come dipartimento di eccellenza 2023-2027 (<https://superc.fisgeo.unipg.it>).

La visione della qualità della ricerca dipartimentale è incentrata sull'ulteriore rafforzamento delle importanti reti di collaborazione scientifica che, su base storica, collocano la qualità della ricerca internazionale ai più alti livelli, rispettivamente, nelle due aree. L'importante sinergia con gli enti di ricerca che collaborano con il dipartimento, INFN, CNR, INGV e INAF, ha permesso il raggiungimento di importanti risultati scientifici e ha definito una base solida per la progettazione di nuove attività per gli anni a venire. Le competenze diffuse, spesso dovute alla forte sinergia con gli enti di ricerca, ha inoltre favorito la nascita di nuovi ambiti di studio tra le due aree, come ad esempio quello di "tecnologie per lo spazio", "crisi complesse" e "data science".

La sinergia con gli enti di ricerca si manifesta anche nella definizione dei percorsi di alta formazione, ad esempio dal XXXIX ciclo il dottorato in Fisica è accreditato come corso congiunto INFN-UNIPG con il finanziamento strutturale da parte dell'INFN di 2 borse di studio l'anno, consolidando la spirale virtuosa tra formazione e mondo della ricerca.

Alle attività di ricerca internazionale si affianca inoltre il contributo che il dipartimento fornisce alla gestione dei processi di ricerca di Ateneo, evidenziato dal coinvolgimento nello sviluppo del "Piano delle azioni collaborative e trasversali", organizzate in 18 gruppi di lavoro tematici. In particolare, il Dipartimento annovera al suo interno tre referenti di gruppo di lavoro (WP) di Ateneo WP 3.1 - Disastri e crisi complesse, WP 4.2 - Nanoscienze e nanotecnologie, WP 4.4 - Scienza dell'Informazione e Calcolo ad alta prestazione. Il Dipartimento è inoltre coinvolto nell'azione di Ateneo C-Labs e un membro del dipartimento ha ricevuto il finanziamento per una strumentazione (Zeiss Gemini Sem 360, microscopio elettronico a scansione ad effetto di campo) nell'ambito del C-lab di Ateneo Imaging e Spettrometria.

Gli obiettivi da perseguire sono fissati in sinergia con le strategie di Ateneo: nel dettaglio, saranno mutuati gli obiettivi strategici di Ateneo 2.1 "Attuare un modello organizzativo competitivo, funzionale anche all'attrazione di fondi per la ricerca" e 2.2 "Perseguire la multidisciplinarietà nella ricerca".

### **A.3.2 Ambiti e Tematiche Della Ricerca**

Il Dipartimento di Fisica e Geologia sviluppa la propria attività di ricerca negli ambiti di seguito sintetizzati. La descrizione completa è riportata nell'appendice A.

#### **A.3.2.1 Astrofisica Nucleare**

In quest'ambito viene affrontato lo studio dell'evoluzione e nucleosintesi stellare mediante lo sviluppo di modelli teorici di carattere astrofisico e lo studio sperimentale e teorico di sezioni d'urto nucleari necessari come input ai modelli. La descrizione idrodinamica alla base dei modelli sviluppati, con instabilità secolari magnetoidrodinamiche e/o doppio diffusive di tipo thermohaline mixing trova anche applicazioni in ambiti oceanografici.

#### **A.3.2.2 Astrofisica delle alte energie e Astroparticelle**

Osservazione delle più estreme condizioni ambientali presenti nell'Universo e ricerca di nuova fisica mediante lo studio della radiazione elettromagnetica di alta energia (raggi gamma) e particelle cariche (raggi cosmici). Alle attività di osservazione ed analisi dati negli esperimenti già in fase di presa dati (Fermi, AMS-02, DAMPE), si accompagnano attività di sviluppo tecnologico e progettazione per la nuova generazione di osservatori internazionali di radiazione gamma (CTA/ASTRI), radiazione x (eXTP) e raggi cosmici ad energie fino al PeV (HERD)

#### **A.3.2.3 Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali**

Studio sperimentale dei costituenti elementari della materia e delle loro interazioni fondamentali. Ricerca di nuova fisica oltre il modello standard sia alla scala del TeV, mediante gli esperimenti CMS e LHCb al collisionatore LHC del CERN, sia attraverso lo studio di decadimenti rari del mesone B e dei mesoni K con gli

esperimenti Belle II (all'acceleratore SuperKEKB in Giappone), LHCb, BESIII (all'acceleratore BEPC-II in Cina) e NA62 all'acceleratore SPS del CERN.

Più recentemente è in fase avanzata la preparazione della proposta sperimentale MUonE, dedicato all'approfondimento di una delle tensioni più significative osservate nel Modello Standard.

Infine, il triennio 2024-2026 sarà fondamentale per l'innesco delle attività legate alla prossima generazione di esperimenti, nel contesto del programma di studio e sviluppo "Future Circular Collider", indicato come riferimento nella "European Strategy for Particle Physics" che proietta l'attività di ricerca verso una frontiera temporalmente molto distante, costruendo contestualmente il modello di sostenibilità e fornendo gli strumenti di preparazione.

Le attività dell'ambito comprendono sia l'analisi dei dati sperimentali che lo sviluppo di nuovi rivelatori e di strumenti di acquisizione, selezione e ricostruzione.

#### **A.3.2.4 Fisica teorica delle Interazioni fondamentali**

Partendo dalle teorie fondamentali che descrivono efficacemente le interazioni tra i costituenti primi della materia, consolidate da anni di ricerche e avvalorate da molteplici verifiche sperimentali, si sviluppano modelli teorici che ne rappresentano estensioni capaci di superare i limiti di applicabilità delle stesse teorie originali. Tali limiti si manifestano nella loro natura parametrica, ovvero nella dipendenza da quantità fisiche osservabili, i cui valori non sono previsti dalle teorie e quindi devono essere misurati. La riduzione del numero di questi parametri, costituisce lo scopo degli studi teorici che si avvalgono di due principali strumenti: la matematica avanzata e le misure sperimentali. La bontà dei risultati ottenuti è poi valutata dal vaglio fenomenologico, cioè dalla capacità di descrivere fenomeni che vanno oltre agli ambiti delle teorie di partenza e quella di fare previsioni misurabili. Il gruppo teorico di Perugia, che ha collaborazioni nazionali e internazionali, studia le interazioni fondamentali su diverse scale, che vanno da quelle delle particelle elementari, a quelle nucleari, a quelle cosmologiche e gravitazionali.

#### **A.3.2.5 Nanoscienze**

Ricerche riguardanti Nanomagnetismo, Spintronica, Nanomeccanica, Fisica della Superfici e materiali nanostrutturati condotte in collaborazione con il CNR-IOM, anche grazie alla presenza di laboratori congiunti. Si impiegano tecniche già sviluppate in Dipartimento e in collaborazione con il personale CNR -IOM quali: Spettroscopia Brillouin da onde di spin, Effetto Kerr magnetoottico, Interferometria Ottica, Microscopia a Forza Atomica, Simulazioni Micromagnetiche e Micromeccaniche, tecniche di spettroscopia elettronica quali fotoemissione diretta e inversa, assorbimento di raggi X e diffrazione di elettroni basate - lavorando in stretta connessione con le linee di luce del Sincrotrone Elettra di Trieste.

#### **A.3.2.6 Energy harvesting e ICT**

Questo ambito comprende attività di ricerca dedicate allo studio dei processi di trasformazione dell'energia alle micro e nanoscale, allo scopo di ideare, progettare e realizzare micro generatori di energia per l'alimentazione di dispositivi ICT (Information and Communication Technology) mobili.

#### **A.3.2.7 Fisica delle Biomolecole, dei Materiali Avanzati e delle Radiazioni Ionizzanti in Terapia e Diagnostica**

Questo ambito di ricerca è finalizzato allo studio di biomolecole, di materiali all'avanguardia e delle radiazioni ionizzanti per soluzioni innovative in terapia e diagnostica. In questo contesto multidisciplinare, la Fisica fornisce strumenti essenziali come tecniche spettroscopiche avanzate, modellizzazione di sistemi complessi e metodi di dosimetria di precisione, svolgendo così un ruolo guida nell'affrontare le sfide globali legate alla salute. La sinergia tra la Fisica e altre discipline scientifiche definisce una Azione Collaborativa Trasversale, con accesso a risorse presso le più importanti large-scale facilities internazionali. Le tematiche di ricerca in questo ambito sono spesso affrontate in collaborazione con il CNR e l'INFN.

#### **A.3.2.8 Spettroscopia neutronica, di luce di sincrotrone e free electron lasers (FEL)**

Sviluppo di tecniche avanzate e metodi di scattering e spettroscopia con fasci di neutroni di bassa energia, luce di sincrotrone e FEL nelle regioni EUV e X-rays per lo studio dei materiali, dai solidi cristallini alle biomolecole. Progettazione, sviluppo, e costruzione di spettrometri e componenti avanzati (monocromatori, collimatori, specchi, chopper, shielding). Progettazione e sviluppo di rivelatori prototipali per neutroni di bassa energia e luce visibile. La strumentazione viene controllata nei laboratori del dip. e installata presso le infrastrutture di ricerca europee (ILL, ESRF, ISIS, FERMI, NFFA, ESS). L'ambito di ricerca si sviluppa nel contesto internazionale, prevalentemente europeo, delle Analytical Facilities di ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures). Attualmente in fase di sviluppo: T-REX@ESS (Collaborazione IT- DE; installazione presso ESS-SE); TR-OS/RAMAN (Collaborazione UNIPG, UNIMI, UNIROMA1, UNITS, ELETTRA, INFN; installazione presso NFFA@Elettra-FERMI). Questo ambito di ricerca è sviluppato in forte sinergia con CNR, INFN ed ELETTRA.

### **A.3.2.9 Fisica della Materia Soffice**

Studio delle proprietà dinamiche e strutturali di liquidi complessi quali polimeri, biopolimeri, idrogel, cellule e tessuti e dei relativi processi di aggregazione e di arresto strutturale. Per queste ricerche, si sono realizzati laboratori di spettroscopia Brillouin, Dielettrica, Fotocorrelazione, EDLS (Extended Depolarized Light Scattering) ed è in via di sviluppo la BRaMS (Brillouin-Raman Micro Spectroscopy) per studi di Meccanobiologia e applicazioni in campo biomedico. Tali laboratori sono a disposizione per un c-lab di Ateneo.

### **A.3.2.10 Geocronologia relativa e assoluta**

Questo ambito ricerca è focalizzato alla misura del tempo geologico attraverso molteplici metodologie al fine di determinare successioni di eventi sia a scala regionale che planetaria. Rappresenta un ambito basilare per determinare i tempi di ricorrenza di processi geologici che vanno dalla microscala alla macroscala e permette di quantificare eventi che si propagano da scale temporali molto brevi, dell'ordine delle decine di secondi, a periodi geologici lunghi miliardi di anni.

### **A.3.2.11 Struttura dell'interno della Terra e geodinamica**

Questo ambito di ricerca è focalizzato allo sviluppo di studi integrati e multidisciplinari per la comprensione della struttura interna del pianeta Terra e delle sue dinamiche. In particolare, le dinamiche interne al pianeta determinano quelle litosferiche incidendo fortemente sulla sua evoluzione nello spazio e nel tempo e modulando tutti i processi geologici di superficie plasmando in un ciclo incessante l'aspetto della Terra.

### **A.3.2.12 Geoinformatica**

Questo ambito è incentrato all'acquisizione, elaborazione, archiviazione ed integrazione in sistemi complessi di dati georeferenziati tridimensionali e tempovarianti, allo sviluppo di modelli concettuali e software in grado di analizzare questi dati con la finalità di contribuire alla pianificazione territoriale, alla gestione modellistico-ambientale nelle Scienze della Terra applicabili a configurazioni attuali e del passato geologico.

### **A.3.2.13 Earth System and Global Changes**

Questo ambito ricerca si inserisce in tematiche di interesse globale volte alla protezione e al miglioramento della qualità dell'ambiente, all'interruzione e inversione del processo di perdita di biodiversità, al contrasto del degrado degli ecosistemi e al passaggio a un'economia sempre più circolare e non più lineare, mirata al riuso e al riciclaggio delle risorse, con minori emissioni di carbonio e resiliente ai cambiamenti climatici.

### **A.3.2.14 Geoheritage**

Questo ambito di ricerca è indirizzato alla lettura del paesaggio come bene culturale in quanto punto di partenza per progettare nuove forme di intervento indirizzate a produrre uno sviluppo economico sostenibile e rispettoso dell'ambiente. Inoltre l'ambito è focalizzato sullo studio con metodologie scientifiche del

patrimonio archeologico in modo da fornire importanti strumenti per la valorizzazione e tutela del territorio. Le relazioni tra geodiversità, patrimonio geologico (geositi) e geoconservazione (geoparchi), l'ambiente e la storia umana, sono un nuovo campo di ricerca multidisciplinare volto alla individuazione, valutazione e valorizzazione della componente abiotica del paesaggio fisico e antropico. Le relazioni multitemporali tra le azioni dell'uomo sulla risorsa naturale costituiscono un collante culturale, scientifico e applicativo di crescente interesse.

#### **A.3.2.15 Data Science, infrastrutture per Big Data e modelli di Intelligenza Artificiale**

Attività di calcolo scientifico con riferimento ai modelli di Intelligenza Artificiale, dal Machine Learning infrastrutturale all'integrazione di modelli di apprendimento negli stack software di riferimento per l'analisi dati.

#### **A.3.2.16 Scienze e tecnologie per lo spazio**

In quest'ambito si intendono applicare le competenze ed infrastrutture già sviluppate in altri ambiti o linee di ricerca esistenti in un quadro più ampio, funzionale a programmi di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico legati allo spazio. Se da una parte lo spazio costituisce infatti un fattore abilitante nel funzionamento dei moderni sistemi tecnologici per l'osservazione della Terra e dell'Universo, dall'altra le tematiche di questo ambito hanno un forte potenziale non solo nella ricerca di base ma anche in applicazioni per la società civile.

#### **A.3.2.17 Crisi complesse e previsione del rischio**

L'ambito di ricerca proposto abbraccia diverse tematiche trasversali tanto alla Fisica (sistemi dinamici nonlineari, fluttuazioni, termodinamica di non equilibrio, ...) quanto alla Geologia (rischio sismico, vulcanico, idrogeologico e ambientale) ed è indirizzato allo studio e alla quantificazione dei rischi geologici al fine di definire un quadro il più completo possibile del loro impatto su una società resa sempre più vulnerabile dall'incremento demografico e dalla crescente globalizzazione ed interconnessione. L'ambito comprende inoltre lo studio della propagazione dei rischi geologici e ambientali dalla scala locale a quella planetaria, nonché su scale temporali che vanno da poche ore a mesi o anni, e l'effetto dell'ambiente sull'uomo e sugli organismi viventi, ovvero lo studio della insorgenza di problemi sanitari causati da "geo-fattori".

Ci si propone di sviluppare nuovi modelli predittivi dei rischi geologici e ambientali, anche in collaborazione con colleghi di altri Dipartimenti (Matematica, Chimica e Biologia, Farmacia, Medicina, Scienze Politiche, Ingegneria, Scienze agrarie, alimentari e forestali, Lettere) per abbracciare crisi di diversa natura (sociali, sanitarie, epidemiologiche, economiche, ...) nell'ambito più generale di un'azione trasversale di Ateneo.

#### **A.3.2.18 Onde Gravitazionali e Astrofisica Multimessenger, Scienza e Tecnologia**

Sviluppi tecnologici per rivelatori di onde gravitazionali (Ligo/Virgo, Kagra, ET), analisi dati e correlazione tra osservazioni astrofisiche e gravitazionali finalizzate allo studio teorico e sperimentale dei meccanismi di emissione di onde gravitazionali e dei getti relativistici associati ai gamma ray bursts (GRBs). Neutron star mergers e equazioni di stato di stelle di neutroni.

#### **A.3.2.19 Fisica dell'Atmosfera**

Studio della fisica dell'atmosfera e dei fenomeni di convezione umida e radiazione nei processi a scala globale, a meso-scala e della loro predicibilità. Studio dei fenomeni di self-aggregazione delle variabili umide con modellazioni teorica del sistema termodinamico con diversi set di equazioni (equazioni di Navier-Stokes, conservazione di variabili entropiche). Studio dei punti critici del sistema Terra-Atmosfera legati al cambiamento climatico. Studio e applicazione della validazione secondo criteri WMO delle reti osservative a meso-scala a terra e in quota (Lidar, Wind Profiler, rete nazionale Radar Doppler) e loro acquisizione nel sistema di assimilazione dati ad alta risoluzione.

## **A.4 TERZA MISSIONE**

### **A.4.1 Visione Strategica della terza missione**

In ambito di terza missione il Dipartimento intende perseguire e rafforzare la visione delineata nel “Piano Triennale di Sviluppo della Ricerca e della Terza Missione 2021-2023”. In questa linea, gli obiettivi da perseguire sono fissati in sinergia con le strategie di Ateneo. Nello specifico si considerano i tre obiettivi generali principali (OA):

**OA3.1 Potenziare la trasformazione della conoscenza prodotta dalla ricerca in conoscenza direttamente utilizzabile per fini produttivi.**

**OA3.2 Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società.**

**OA3.3 Incrementare la presenza dell’Università nel settore della cooperazione internazionale.**

Questi tre obiettivi vengono declinati nei seguenti Obiettivi di Dipartimento (OD):

**OA3.1 Potenziare la trasformazione della conoscenza prodotta dalla ricerca in conoscenza direttamente utilizzabile per fini produttivi.**

OD3.1.1 Migliorare il trasferimento tecnologico tra università e impresa.

OD3.1.2 Aumentare il grado di diffusione delle ricerche svolte dal Dipartimento.

**OA3.2 Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società**

OD3.2.1 Facilitare l’accesso dei soggetti potenzialmente interessati ai trovati della ricerca sviluppata.

OD3.2.2 Sviluppare una maggiore attenzione agli strumenti della protezione della proprietà intellettuale.

OD3.2.3 Offrire occasioni di incontro tra pubblico generale e mondo della ricerca scientifica.

OD3.2.4 Promuovere iniziative di disseminazione dei contenuti scientifici mediante vari media.

OD3.2.5 Promuovere iniziative mirate agli studenti delle scuole elementari, medie e superiori.

**OA3.3 Incrementare la presenza dell’Università del settore della cooperazione internazionale.**

OD3.3.1 Incrementare gli accordi di cooperazione internazionale con altri Atenei, anche per attività di terza missione.

La visione strategica del Dipartimento in materia di terza missione trova attuazione nelle numerose attività pianificate e portate avanti dai membri del Dipartimento, anche in collaborazione con gli enti di ricerca e gli altri Dipartimenti. Speciale rilevanza, in questo ambito interdipartimentale, ha assunto recentemente il coordinamento scientifico ed amministrativo del progetto PRNN VITALITY (Missione 4, Componente 2, investimento 1,5), dove l’Ateneo partecipa come spoke 9 (nanomateriali) e 10 (biomateriali) e come soggetto affiliato negli spoke 2 (tecnologie spaziali), 3 (produzione alimentare), 5 (sostenibilità), 8 (approcci terapeutici).

### **A.4.2 Attività di terza missione**

In ambito di terza missione, al fine di raggiungere gli obiettivi strategici, sono previste le seguenti attività, organizzate secondo gli obiettivi di Dipartimento.

### **OD3.1.1 Migliorare il trasferimento tecnologico tra università e impresa**

OD3.1.1.1 L'impresa incontra l'università. Si tratta di incontri periodici in cui in ciascun incontro un'impresa del territorio racconta le proprie attività e richiede informazioni/supporto al Dipartimento su specifici problemi.

OD3.1.1.2 Partecipazione alla creazione del POLO NANOMAT. I ricercatori del Dipartimento sono impegnati nella creazione di un polo di innovazione dedicato ai nanomateriali, nell'ambito del progetto PNRR VITALITY, Spoke 9.

OD3.1.1.3 Partecipazione alla creazione del POLO BIOMAT. I ricercatori del Dipartimento sono impegnati nella creazione di un polo di innovazione dedicato ai biomateriali, nell'ambito del progetto PNRR VITALITY, Spoke 10.

### **OD3.1.2 Aumentare il grado di diffusione delle ricerche svolte dal dipartimento**

OD3.1.2.1 NiPS Summer/winter school. Dedicata a ricercatori e a personale proveniente dalle aziende sulle applicazioni delle microenergie.

OD3.1.2.2 Scuola di Paleoantropologia e ricerche paleoantropologiche in Tanzania, nei siti di Olduvai e Laetoli, tra i più importanti al mondo per lo studio dell'Evoluzione Umana.

OD3.1.2.3 International Short Course on Application of Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry to Earth Sciences. Si tratta di un tradizionale appuntamento annuale dedicato alle tecniche analitiche.

OD3.1.2.4 International School on Open Science Cloud per dottorandi e post-doc. La scuola si prefigge di approfondire il tema della educazione sul tema "Data Science".

OD3.1.2.5 Scuola di Geologia strutturale G. Pialli. 5 giorni di lezioni tenute da esperti internazionali in genere all'inizio di settembre dedicata a temi di attualità. La scuola viene frequentata anche da studenti, dottorandi e ricercatori di numerose sedi universitarie italiane e straniere.

### **OD3.2.1 Facilitare l'accesso dei soggetti potenzialmente interessati ai trovati della ricerca sviluppata**

OD3.2.1.1 Pubblicizzare verso i soggetti potenzialmente interessati le pubblicazioni scientifiche realizzate dai ricercatori del Dipartimento.

### **OD3.2.2 Sviluppare una maggiore attenzione agli strumenti della protezione della proprietà intellettuale**

OD3.2.2.1 Seminari sulla protezione della proprietà intellettuale al fine di definire i limiti di valorizzazione dei beni fruibili dalla società.

### **OD3.2.3 Offrire occasioni di incontro tra pubblico generale e mondo della ricerca scientifica**

OD3.2.3.1 Percorsi geoturistici e sviluppo del territorio. Si tratta di realizzare percorsi aperti al pubblico che valorizzino le risorse naturali, il patrimonio culturale e le tradizioni locali intorno ad iconemi paesaggistici che richiamino le valenze abiotiche del territorio di diverso tipo e meno noti come ad esempio: l'Umbria dei siti di interesse geologico e paleontologico, (geositi sia superficiali che sotterranei come le miniere) del paesaggio modellato dall'acqua (per es. area del lago Trasimeno).

OD3.2.3.2 TerraLab Explorer. Laboratorio didattico per le attività di orientamento per gli studenti delle scuole superiori e per l'avvicinamento alla geologia dei nuovi iscritti.

OD3.2.3.3 L'Osservatorio Astronomico di Coloti, nel comune di Montone (PG). Gestito dal Dipartimento, organizza serate di osservazioni destinate al pubblico.



OD3.2.3.4 Visite guidate ai laboratori del Dipartimento. In modo particolare realizzate durante eventi pubblici, come la notte dei ricercatori.

OD3.2.3.5 Visite guidate al museo degli strumenti scientifici dell'istituto di Fisica.

OD3.2.3.6 Organizzazione del International Cosmic Day (ICD). È un'iniziativa mondiale organizzata dai laboratori DESY e FermiLab. L'evento è coordinato in Italia dalla rete OCRA dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e vede la partecipazione dei dipartimenti di Fisica di molte università.

#### **OD3.2.4 Promuovere iniziative di disseminazione dei contenuti scientifici mediante vari media**

OD3.2.4.1 Applicazioni mobili in realtà aumentata. Hiking in Urban Scientific Heritage (HUSH) destinati sia al trekking urbano che ad aree extra-urbane con potenziamenti destinati al distanziamento sociale, dove richiesto.

OD3.2.4.2 Teatro di Fisica. Coinvolge una decina di docenti e ricercatori e offre una serie di spettacoli teatrali volti alla divulgazione di tematiche legate alla fisica.

#### **OD3.2.5 Promuovere iniziative mirate agli studenti delle scuole elementari, medie e superiori**

OD3.2.5.1 La Fisica incontra le scuole Superiori e Progetto Lauree Scientifiche. Il Piano o Progetto Nazionale Lauree Scientifiche consiste in un insieme di attività destinate sia agli studenti degli ultimi anni degli istituti di istruzione secondaria di secondo grado, che a quelli del primo anno dei corsi universitari. Le attività sono articolate in quattro azioni: i laboratori per l'insegnamento delle scienze di base; le prove di autovalutazione; la formazione degli insegnanti; la riduzione del tasso di abbandono.

OD3.2.5.2 Progetto School-Shake. Progetto che si sviluppa nel Piano Lauree Scientifiche (PLS) di geologia. Il progetto realizza una rete sismica diffusa all'interno delle scuole superiori per l'avvicinamento e la sensibilizzazione degli studenti e degli insegnanti alle tematiche del rischio sismico.

OD3.2.5.3 Premio Asimov. È un riconoscimento riservato ad opere di divulgazione scientifica e di saggistica di valore particolarmente elevato e di argomenti di genere molto vario, dalla matematica, alla fisica, alla medicina, alla biologia, alla geologia e molto altro. I protagonisti del premio sono non soltanto gli autori delle opere in lizza, ma migliaia di studenti italiani che scelgono il vincitore attraverso i loro voti e soprattutto attraverso le loro recensioni. Gli studenti vengono valutati e premiati da una commissione scientifica nazionale che decreta quali sono le migliori recensioni presentate. Il premio è supportato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e si qualifica oggi, alla sua nona edizione, come premio nazionale.

#### **OD3.3.1 Incrementare gli accordi di cooperazione internazionale con altri Atenei, anche per attività di terza missione**

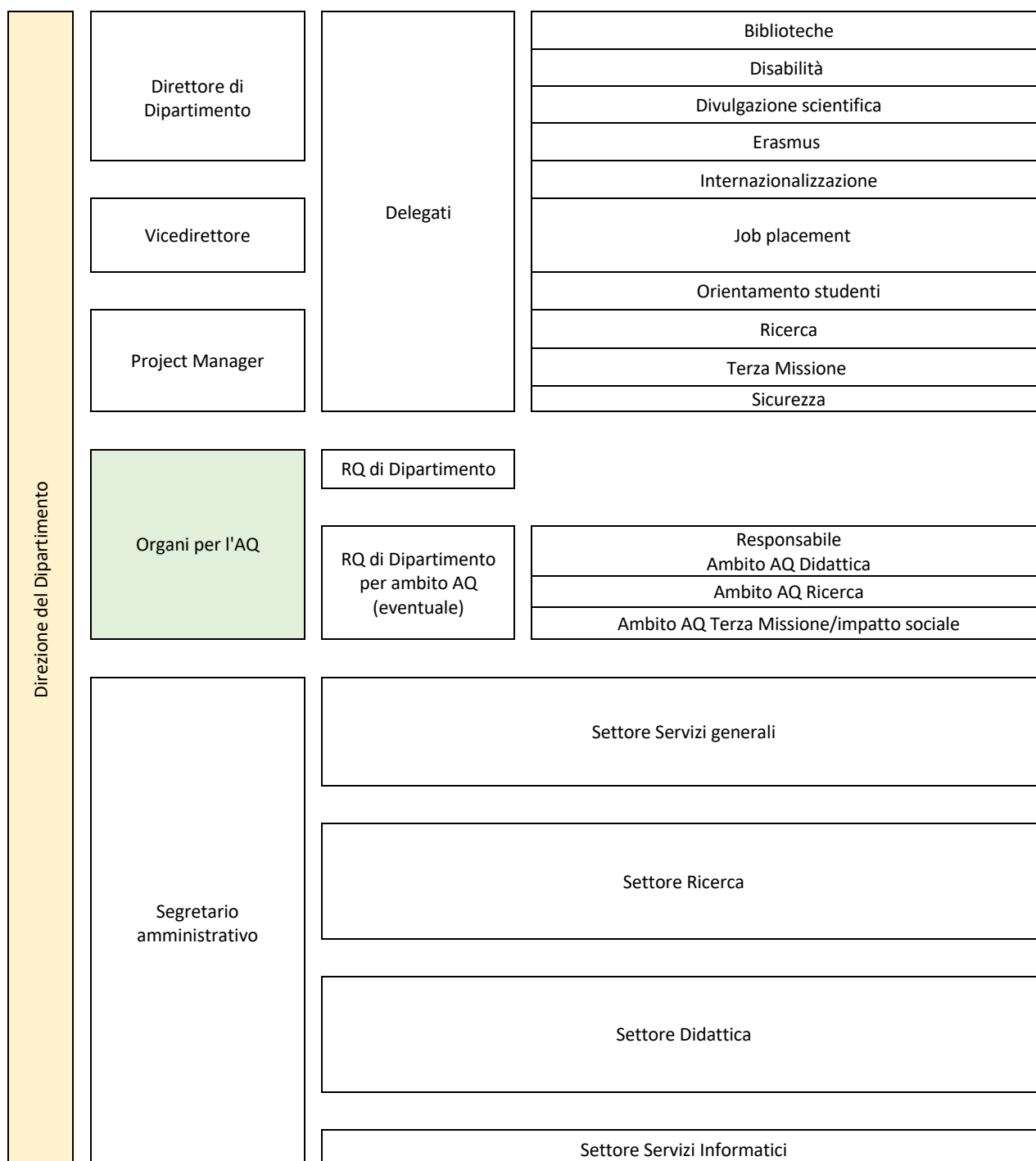
OD3.3.1.1 Ricognizione delle attività di outreach effettuate nei progetti internazionali in essere presso il Dipartimento. Nei progetti con partner internazionali vengono svolte attività di terza missione in collaborazione con partner europei ed extraeuropei. Effettuare un'opera di ricognizione di tali attività, permette di stabilire un base dati per potenziali partner internazionali.

OD3.3.1.2 Creazione della mostra su "nanostructured materiales and their applications" nell'ambito delle attività del progetto PNRR VITALITY Spoke 9 e pianificazione della diffusione europea della mostra presso università e centri di ricerca.

OD3.3.1.3 Promozione della partecipazione del Dipartimento e più in generale dell'Università degli Studi di Perugia ad ECSITE – la rete europea dei musei scientifici e degli science centre. Attualmente 29 organismi di ricerca sono presenti in questa rete europea, di cui solo 4 italiani (INFN, Univ. La Sapienza, Univ. Di Catania, Sissa Medialab).

**Sezione B – Sistema di Governo del Dipartimento e Sistema per l'Assicurazione della qualità del Dipartimento**

**Organigramma del DIPARTIMENTO di FISICA E GEOLOGIA**



	Strutture operative	Laboratori/Servizi congiunti, Laboratori di ricerca e didattici	<p><b>Laboratori/Servizi Congiunti</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Servizi tecnici generali</li> <li>2) Servizio Officina Meccanica</li> <li>3) Servizio Officina Elettronica</li> <li>4) Network e Cluster per il calcolo scientifico</li> </ol> <p><b>Laboratori di ricerca – area GEO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Geologia Applicata e Geofisica Applicata</li> <li>2) Diffrazione a raggi X</li> <li>3) Geochimica dei Fluidi</li> <li>4) Microscopia Elettronica (SEM)</li> <li>5) Petrologia ad alta temperatura</li> <li>6) Spettrometria di massa e ablazione laser</li> <li>7) Sostanza Organica e Lavati Speciali</li> <li>8) Analisi delle Rocce</li> <li>9) Cartografia geologica e modelli di sottosuolo</li> </ol> <p><b>Laboratori di ricerca – area FIS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Clean Room</li> <li>2) Qualifica spaziale SERMS</li> <li>3) Fisica adronica - NA62/LHCb</li> <li>4) Semiconduttori</li> <li>5) D3 -Powering, Rilevatori e Calorimetria</li> <li>6) Laboratori Virgo</li> <li>7) ICT e Data Science</li> <li>8) Astrofisica</li> <li>9) Osservatori astronomici Bonfigli e Coloti</li> <li>10) Microscopia AFM/MFM</li> <li>11) Magnetismo e Nanostrutture</li> <li>12) Spettroscopia Brillouin da onde spin</li> <li>13) Microscopia Elettronica SEM</li> <li>14) Fisica delle Superfici e Nanostrutture</li> <li>15) Scattering Fotoni X</li> <li>16) Fotometria</li> <li>17) Laboratorio di Microspettroscopia Brillouin-Raman</li> <li>18) DNA e Biomolecole</li> <li>19) Fisica Medica</li> <li>20) Sistemi e Dispositivi attivati dal rumore</li> <li>21) Fisica del Rumore e Energy Harvesting</li> <li>22) Micro e Nanotecnologia per l'Energia</li> </ol> <p><b>Laboratori Didattici</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Didattica I – meccanica, termodinamica e fluidi</li> <li>2) Didattica II – elettromagnetismo e ottica</li> <li>3) Didattica III – acquisizione dati</li> <li>4) Didattica IV - informatica</li> <li>5) Progetto Lauree Scientifiche (PLS)</li> <li>6) Terralab Explorer</li> </ol>

Organi di Governo del Dipartimento	Giunta di Dipartimento	
	Consiglio di Dipartimento	

	Commissioni/Comitati di indirizzo o coordinamento di Dipartimento	Commissione Paritetica Docenti-Studenti	
		Commissioni/Comitati di indirizzo e coordinamento	Commissione Ricerca Comitato di indirizzo e coordinamento dei Cds in Fisica Comitato di indirizzo e coordinamento dei Cds in Geologia Comitato di indirizzo e coordinamento del Cds in Ottica e Optometria

Corsi di Studio I e II livello (CdS)	Presidente/ Coordinatore/ Coordinatrice del CdS	Comitato di Coordinamento/ Consiglio di CdS	Comitato di Coordinamento dei Cds in Fisica Comitato di Coordinamento dei Cds in Geologia Consiglio del Corso di Laurea in Ottica e Optometria
	Organi per l'AQ	Gruppo di Riesame	Gruppo di Riesame dei Cds in Fisica
			Gruppo di Riesame dei Cds in Geologia
			Gruppo di Riesame del Corso di laurea in Ottica e Optometria
		Commissioni/Comitati di indirizzo o coordinamento	Comitato di Coordinamento dei Cds in Fisica
			Comitato di Coordinamento dei Cds in Geologia
			Comitato di indirizzo dei Cds in Fisica Comitato di indirizzo dei Cds in Geologia Comitato di indirizzo del corso di laurea in Ottica e Optometria
	RQ di singolo CdS	RQ corso di laurea in Ottica e Optometria	
	RQ del raggruppamento di CdS	RQ del Raggruppamento dei CdS in Fisica RQ del Raggruppamento dei CdS in Geologia	

Corsi di studio III livello Dottorati (DOT)	Coordinatore o coordinatrice del corso di dottorato		
	Collegio dei Docenti		
	Organi per l'AQ	Referenti di curriculum	Dottorato internazionale in Fisica / International PhD in Physics: 1) Curriculum - "Applied and Interdisciplinary Physics" 2) Curriculum - "Physics of Fundamental Interactions" 3) Curriculum - "Universe"

		Supervisore del dottorando/a	
		Commissioni/ Comitati di indirizzo o coordinamento	Commissione per la "didattica" del Dottorato in "Fisica" (Teaching working group) Commissione per la "comunicazione" del Dottorato in "Fisica" (Communication working group) Comitato per "accordi e collaborazioni" del Dottorato in "Fisica" (Agreement and Network) Comitato di coordinamento del dottorato in "Fisica" Comitato di indirizzo per Dottorato in "Sistema Terra e Cambiamenti Climatici" Comitato di Coordinamento del Dottorato in "Sistema Terra e Cambiamenti Climatici"
		RQ del corso	RQ Dottorato in "Fisica" RQ Dottorato in "Sistema Terra e Cambiamenti Climatici"

## Sezione C- Obiettivi strategici del Dipartimento in materia di Didattica, Ricerca e Terza Missione/Impatto sociale

### C.1.a Didattica

<b>Area strategica 1</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (1.1) Promuovere una offerta qualitativamente elevata, efficace e innovativa</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: Innovare l'offerta e i metodi didattici</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
<i>Organizzare, specialmente per i nuovi docenti, un corso di aggiornamento sulle tecniche di didattica disciplinare e di apprendimento attivo con relatori interni o esterni all'Ateneo.</i>	Numero di corsi	n. 1 corso di Laboratorio di tecnica della comunicazione per docenti (progetto PRO3 Azione B4), rivolto ai docenti afferenti al Dipartimento FISGEO, a novembre 2018.	Almeno 1 corso di aggiornamento nel 2024	Almeno 1 corso di aggiornamento nel 2025	Almeno 1 corso di aggiornamento nel 2026
<i>Incrementare l'attrattività del Corso di laurea L-34 in Geologia tramite attivazione di un Corso di laurea</i>	Numero di iscritti	15 iscritti all'attuale L-34 in Geologia	Tra 15 e 30 iscritti al corso interclasse L-32/L-34	Tra 20 e 35 iscritti al corso interclasse L-32/L-34	Tra 25 e 40 iscritti al corso interclasse L-32/L-34

<i>interclasse L-32/L-34.</i>					
<i>Attività formative di visiting professor e di esperti di enti e centri di ricerca di elevato profilo scientifico.</i>	Numero di visiting professor all'anno	1	4	4	4
<i>Attività formative (laboratori e seminari) di personale di enti, aziende e ordini professionali di elevato profilo scientifico.</i>	Numero di attività all'anno	2	4	4	4

#### C.1.b Ricerca

<b>Area strategica 2</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo 2.1 Attuare un modello organizzativo competitivo, funzionale anche all'attrazione di fondi per la ricerca</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: Organizzare un reparto ricerca dipartimentale e perseguire l'eccellenza nell'ambito produzione scientifica</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
<i>Organizzare un reparto ricerca dipartimentale</i>	n. di unità di personale dedicate	1	2	2	2
<i>Corsi di formazione a supporto della redazione di progetti di ricerca competitiva</i>	n. di corsi seguiti dal personale del reparto ricerca dipartimentale	1	2	2	2
<i>Convocazione della Commissione Ricerca e della Consulta della Ricerca per definire le strategie di ricerca dipartimentali</i>	n. di incontri	3	4	4	4
<i>Pubblicazioni censite su WOS (Area 02)</i>	n. pubblicazioni (totale nel triennio precedente al	175	180	185	190

	31/12 dell'anno precedente)				
<i>Pubblicazioni censite su WOS (Area 04)</i>	n. pubblicazioni (totale nel triennio precedente 31/12 dell'anno precedente)	56	60	65	70
<i>IF medio Area 02</i>	Valore IF (media nel triennio al 31/12 dell'anno precedente)	5.7	5.8	5.9	6.0
<i>IF medio Area 04</i>	Valore IF (media nel triennio al 31/12 dell'anno precedente)	3.8	3.9	4.0	4.1

<b>Area strategica 2</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo 2.1 Attuare un modello organizzativo competitivo, funzionale anche all'attrazione di fondi per la ricerca</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: Attrarre fondi per la ricerca a livello locale, nazionale ed internazionale</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
<i>Progetti Locali attivi (es. Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia)</i>	Numero di progetti	2	2	2	2
<i>Progetti Nazionali attivi (es., PRIN, PNRA, PNRR, etc.)</i>	Numero di progetti	14	14	15	15
<i>Progetti Internazionali attivi (es., ERC, MSCA, Horizon Europe, etc.)</i>	Numero di progetti	2	2	2	2

<b>Area strategica 2</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo 2.1 Attuare un modello organizzativo competitivo, funzionale anche all'attrazione di fondi per la ricerca</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: Rafforzare l'internazionalizzazione della ricerca scientifica</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
<i>Pubblicazioni con coautori stranieri nel biennio precedente al 31/12 (Area 02)</i>	Percentuale di pubblicazioni	87%	> 80%	> 80%	> 80%
<i>Pubblicazioni con coautori stranieri nel biennio precedente al 31/12 (Area 04)</i>	Percentuale di pubblicazioni	60%	> 60%	> 60%	> 60%

<i>Progetti con presenza di collaboratori stranieri nel triennio precedente</i>	Numero di progetti	17	17	18	18
<i>Visiting researchers erasmus in entrata</i>	Numero di visiting researchers all'anno	2	4	4	4
<i>Ricercatori del dipartimento in mobilità erasmus</i>	Numero di ricercatori in mobilità all'anno	6	6	7	7

<b>Area strategica 2</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo 2.2 Perseguire la multidisciplinarietà nella ricerca</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: Consolidare il ruolo del Dipartimento di Fisica e Geologia nell'ambito del piano di azioni collaborative e trasversali</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
<i>Pubblicazioni multidisciplinari con ricercatori di altri dipartimenti</i>	Numero di pubblicazioni nel triennio precedente	39	40	40	40
<i>Ricercatori del dipartimento coinvolti annualmente nei progetti di ateneo</i>	Numero di ricercatori	40	50	50	50
<i>Partecipazione dei ricercatori del dipartimento nei WP di ateneo</i>	Numero di WP di ateneo a cui partecipano annualmente i ricercatori	12	13	13	13

### C.1.c Terza Missione/Impatto sociale

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.1) Potenziare la trasformazione della conoscenza prodotta dalla ricerca in conoscenza direttamente utilizzabile per fini produttivi</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.1.1 Migliorare il trasferimento tecnologico tra università e impresa</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
<i>Incontri con le imprese</i>	Numero di incontri per anno	10	15	15	15
<i>Progetti in collaborazione con le imprese</i>	Numero progetti	5	10	10	10



<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.1) Potenziare la trasformazione della conoscenza prodotta dalla ricerca in conoscenza direttamente utilizzabile per fini produttivi</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.1.2 Aumentare il grado di diffusione delle ricerche svolte dal dipartimento</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
Partecipazione di terze parti agli eventi formativi e alle scuole estive/invernali	Numero annuale di partecipanti	150	160	180	180

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.2) Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.2.1 Facilitare l'accesso dei soggetti potenzialmente interessati ai trovati della ricerca sviluppata</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
Realizzazione di eventi diretti a connettere il dipartimento con i soggetti potenzialmente interessati (scuole, imprese, associazioni culturali, pubblico generale)	Numero eventi all'anno	0	1	1	2

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.2) Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.2.2 Sviluppare una maggiore attenzione agli strumenti della protezione della proprietà intellettuale</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
Incontri per sensibilizzare sulla protezione della proprietà intellettuale al fine di definire i limiti di valorizzazione dei beni fruibili dalla società	Numero di incontri	0	1	1	1
Incontri per sensibilizzare sulla protezione	Numero partecipanti	0	10	15	20

della proprietà intellettuale al fine di definire i limiti di valorizzazione dei beni fruibili dalla società					
--	--	--	--	--	--

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.2) Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.2.3 Offrire occasioni di incontro tra pubblico generale e mondo della ricerca scientifica</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
Eventi pubblici organizzati dal Dipartimento	Numero di eventi	10	15	15	20
Partecipazione agli eventi pubblici organizzati dal Dipartimento	Numero di partecipanti	200	300	300	300

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.2) Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.2.4 Promuovere iniziative di disseminazione dei contenuti scientifici mediante vari media</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
Tipi diversi di media utilizzati	Numero di media	2	3	4	4

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.2) Valorizzare i beni pubblici fruibili dalla società</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.2.5 Promuovere iniziative mirate agli studenti delle scuole elementari, medie e superiori</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>
Eventi con gli studenti	Numero eventi	5	5	7	10
Eventi con gli studenti	Numero studenti	150	150	250	400

<b>Area strategica 3</b>					
<b>Obiettivo strategico di Ateneo (3.3) Incrementare la presenza dell'Università nel settore della cooperazione internazionale</b>					
<b>Obiettivo strategico di Dipartimento: OD3.3.1 Incrementare gli accordi di cooperazione internazionale con altri Atenei, anche per attività di terza missione.</b>					
<b>Indicatore</b>	<b>Indicatore quantitativo</b>	<b>Valore partenza</b>	<b>Target 2024</b>	<b>Target 2025</b>	<b>Target 2026</b>

<i>Realizzazione di incontri con colleghi di atenei e enti di ricerca esteri per lo sviluppo di attività progettuali comuni</i>	Numero eventi	10	10	12	12
<i>Realizzazione di incontri con colleghi di atenei e enti di ricerca esteri per lo sviluppo di attività di terza missione comuni</i>	Numero eventi	3	5	5	5

### **Monitoraggio Obiettivi strategici del Dipartimento in materia di Didattica, Ricerca e Terza Missione/Impatto sociale**

Gli obiettivi strategici 2024-2026 saranno oggetto di monitoraggio in fase di predisposizione della Relazione Annuale, documento di rendicontazione dei risultati raggiunti, a valle dell'attività di verifica degli obiettivi pianificati, dell'autovalutazione e del riesame delle attività svolte negli ambiti didattica, ricerca e terza missione/impatto sociale. La compilazione della Relazione Annuale avverrà nel mese di marzo di ogni anno a cura del Direttore del Dipartimento supportato dagli RQ di Dipartimento, dai Delegati di Dipartimento, e dai Responsabili amministrativi e sarà sottoposta all'approvazione del Consiglio di Dipartimento. Gli esiti del monitoraggio annuale confluiscono nella Relazione sulla performance di Ateneo, da adottare entro giugno di ogni anno.

La prima rendicontazione degli obiettivi strategici per il presente ciclo di programmazione avverrà nel 2025 in relazione al target 2024.

Per la restante annualità 2023 del ciclo di programmazione 2021-2023 di ricerca e terza missione permane la modalità e i tempi di rendicontazione fino ad oggi adottati.

### **Sezione D. Criteri di distribuzione delle risorse**

Il Dipartimento ha definito e pubblicizza i criteri per la distribuzione interna delle risorse economiche per il finanziamento delle attività didattiche, di ricerca e di terza missione in accordo con i criteri di Ateneo.

In aggiunta, per quello che riguarda la distribuzione del fondo di funzionamento, il Dipartimento ha emesso bandi ricerca ai quali tutti i componenti del Dipartimento hanno la possibilità di accedere attraverso la presentazione di progetti di ricerca. I progetti vengono valutati dalla Commissione Ricerca e viene stilata una graduatoria di merito con le relative assegnazioni finanziarie.

Per quanto riguarda i fondi da destinare alle attività didattiche, questi vengono gestiti dai CdL e distribuiti in base alla programmazione didattica per quello che riguarda le attività laboratoriali e di terreno.

Il dipartimento programma la distribuzione delle risorse di personale docente in base alle direttive di Ateneo riportate nel "Piano Integrato di Attività e Organizzazione" di Ateneo (PIAO) e in accordo con i criteri definiti nel Piano Triennale di Fabbisogno del Personale Docente e del Personale dirigente, tecnico, amministrativo, bibliotecario e cel 2023-2025. In particolare, in linea con i criteri riportati nei citati documenti, il dipartimento redige una graduatoria per le acquisizioni di personale e/o le progressioni di carriera del personale docente, tenendo conto delle esigenze dipartimentali per quanto riguarda la didattica, la ricerca e la terza missione.

Le graduatorie vengono discusse e approvate nel corso delle sedute del Consiglio del Dipartimento nella composizione ristretta di pertinenza.

Il Dipartimento è stato riconosciuto dal MUR Dipartimento di Eccellenza per il quinquennio 2023-2027 con un progetto focalizzato sulle tematiche di "Spazio e Universo", che ha visto coinvolte sia l'Area 02 (Scienze Fisiche) che l'Area 04 (Scienze della Terra) con i SSD FIS/01, FIS/02, GEO/07. In particolare, questo ha portato all'acquisizione di posizioni di personale docente aggiuntive (una posizione di prima fascia FIS/01; una posizione di seconda fascia FIS/01; due posizioni di RTD-B FIS/01; una posizione di RTD-B GEO/07). Queste posizioni sono state distribuite considerando i SSD che massimizzano le performance di ricerca delle tematiche del progetto di eccellenza.

Il Dipartimento inoltre svolge un ruolo centrale nel cosiddetto "ecosistema innovativo" PNRR "Vitality", legato ad alcune delle linee di ricerca definite nel piano triennale. Attraverso questo finanziamento il Dipartimento ha attivato quattro posizioni di RTD-A nei settori FIS/01, FIS/03, FIS/07, e GEO/06. Questi settori sono stati selezionati in quanto funzionali allo svolgimento delle ricerche oggetto delle attività progettuali. Per quanto riguarda i criteri di distribuzione di ulteriori incentivi e premialità per il personale docente, il Dipartimento non ha definito criteri di distribuzione di eventuali ulteriori incentivi e si adegua al regolamento di Ateneo.

Per quanto riguarda i criteri di distribuzione di incentivi e premialità per il personale tecnico-amministrativo il Dipartimento si è dotato di un regolamento per la distribuzione della premialità prevista all'interno del Progetto di Dipartimento Eccellenza 2023-2025 (SUPER-C) sulla base di incarichi affidati al PTA coinvolto nella gestione amministrativa delle attività progettuali. Per tutte le altre attività il Dipartimento non ha definito ulteriori criteri di distribuzione di incentivi e si adegua al regolamento di Ateneo.

## APPENDICE A

### A.3.2.1 Astrofisica Nucleare

In quest'ambito viene affrontato lo studio dell'evoluzione e nucleosintesi stellare mediante lo sviluppo di modelli teorici di carattere astrofisico e lo studio sperimentale e teorico di sezioni d'urto nucleari necessari come input ai modelli. La descrizione idrodinamica alla base dei modelli sviluppati, con instabilità secolari magnetoidrodinamiche e/o doppio diffusivo di tipo thermohaline mixing trova anche applicazioni in ambiti oceanografici.

*Tematiche:*

- Astrofisica Nucleare idrostatica, modelli di nucleosintesi, mescolamento e dinamica del plasma nelle fasi avanzate dell'evoluzione stellare.
- Misure sperimentali di sezioni d'urto di interesse per Astrofisica Nucleare (n-TOF, ERNA, ASFIN).
- Analisi della composizione isotopica dei meteoriti come vincolo alla nucleosintesi stellare.
- Studio delle applicazioni all'evoluzione della Galassia, con modelli chemo-dinamici multi-body ed SPH.
- Studio teorico e misura sperimentale delle interazioni deboli in condizioni di ionizzazione e temperatura tipiche delle stelle (esperimento INFN PANDORA).
- Chimica del mezzo interstellare.

### A.3.2.2 Astrofisica delle alte energie e Astroparticelle

Osservazione delle più estreme condizioni ambientali presenti nell'Universo e ricerca di nuova fisica mediante lo studio della radiazione elettromagnetica di alta energia (raggi gamma) e particelle cariche (raggi cosmici). Alle attività di osservazione ed analisi dati negli esperimenti già in fase di presa dati (Fermi, AMS-02, DAMPE), si accompagnano attività di sviluppo tecnologico e progettazione per la nuova generazione di osservatori internazionali di radiazione gamma (CTA/ASTRI), radiazione x (eXTP) e raggi cosmici ad energie fino al PeV (HERD).

*Tematiche:*

- Studio dell'emissione di radiazione elettromagnetica energetica in Nuclei Galattici Attivi, GRB, pulsar, resti di supernove (Fermi).
- Studio delle sorgenti gamma non identificate dalla radiazione gamma diffusa galattica ed extragalattica (Fermi).
- Sviluppo di tecnologie, costruzione e messa in opera di nuovi osservatori terrestri di radiazione gamma da 100 GeV a 100 TeV (ASTRI, CTA).
- Studi sperimentali di fisica fondamentale con i raggi cosmici carichi dal GeV al TeV: ricerca indiretta di materia oscura, ricerca di antimateria di origine primordiale (esperimenti AMS-02, DAMPE).
- Studi sperimentali e fenomenologici dell'origine, accelerazione e propagazione dei raggi cosmici nel mezzo interstellare (esperimenti AMS-02, DAMPE).
- Sviluppi tecnologici e progettazione di nuova strumentazione per lo studio dei raggi cosmici ad energie superiori al TeV (esperimento HERD).

### A.3.2.3 Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali

Studio sperimentale dei costituenti elementari della materia e delle loro interazioni fondamentali. Ricerca di nuova fisica oltre il modello standard sia alla scala del TeV, mediante gli esperimenti CMS e LHCb al collisionatore LHC del CERN, sia attraverso lo studio di decadimenti rari del mesone B e dei mesoni K con gli esperimenti Belle II (all'acceleratore SuperKEKB in Giappone), LHCb, BESIII (all'acceleratore BEPC-II in Cina) e NA62 all'acceleratore SPS del CERN.

Più recentemente è in fase avanzata la preparazione della proposta sperimentale MUonE, dedicato all'approfondimento di una delle tensioni più significative osservate nel Modello Standard, quella nel momento magnetico anomalo del muone e che si dispiegherà del prossimo triennio.

Infine, il triennio 2024-2026 sarà fondamentale per l'insediamento delle attività legate alla prossima generazione di esperimenti, nel contesto del programma di studio e sviluppo "Future Circular Collider", indicato come riferimento nella "European Strategy for Particle Physics" che proiettano l'attività di ricerca verso una frontiera temporalmente molto distante, costruendo contestualmente il modello di sostenibilità e fornendo gli strumenti di preparazione.

Le attività comprendono sia l'analisi dei dati sperimentali che lo sviluppo di nuovi rivelatori e di strumenti di acquisizione, selezione e ricostruzione.

*Tematiche:*

Analisi dei dati sperimentali:

- Belle II – ricerca di nuova fisica mediante analisi di canali rari del decadimento del mesone B.
- Belle II - misure di precisione dei parametri della matrice CKM e del leptone tau.
- Belle II/NA62/LHCb - ricerca di nuova fisica dall'analisi di canali di "dark sector".
- BESIII - Studio dei decadimenti adronici dei mesoni vettori c-anti-c con il rivelatore BESIII.
- CMS - ricerca di nuova Fisica con i dati del Run3 di LHC e preparazione all'esplorazione dell'alta luminosità.
- CMS - misura e caratterizzazione del Double Parton Scattering ad LHC come sonda per la comprensione della struttura del protone.
- LHCb - ricerca di nuova fisica nei decadimenti del barione  $\Lambda_b$ .
- MUonE - misura delle correzioni leading hadronic al momento magnetico anomalo del muone.
- NA62 - ricerca della violazione della simmetria T nei decadimenti radiativi del mesone  $K^+$
- NA62 - misura del BR del decadimento  $gold K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \nu$

Sviluppo di tecnologie per rivelatori di particelle, sistemi di trigger e acquisizione dati:

- Belle II – R&D e UPGRADE attività di ricerca e sviluppo su cristalli di CsI puro e fotorivelatori al silicio (APD-SiPM) per il calorimetro elettromagnetico di Belle II in vista dell'aumento della luminosità di SuperKEKB al fine di mantenere buone prestazioni in presenza di maggiore fondo macchina e maggiore occupazione del detector.
- CMS R&D e UPGRADE - Attività di simulazione e costruzione - Disegno e realizzazione del rivelatore al silicio di nuova generazione per l'upgrade di CMS.
- FCC – Future Circular Collider – Attività di R&D per l'ideazione e la realizzazione del rivelatore IDEA.
- LHC-b – Attività di R&D per gli upgrade Ib, II dei rivelatori RICH.
- LHC-b - Sviluppo degli algoritmi di trigger per la selezione dei decadimenti con coppie di muoni nello stato finale tramite GPU.
- MUonE - Costruzione del sistema tracciante.
- NA62 – RICH e TRIGGER – Ottimizzazione della selezione e ricostruzione dei decadimenti del mesone  $K^+$  ad alta molteplicità di carica nello stato finale.

Sviluppo di algoritmi di ricostruzione di segnali e strumenti di analisi multivariata:

- Comune a tutti gli esperimenti - abilitazione all'uso di trained models per la ricostruzione/identificazione degli oggetti di Fisica e la classificazione degli eventi nel dominio dei dati prodotti da collisioni ad alta energia tra particelle elementari.
- CMS/LHCb - Operations - Tracciante e RICH: ottimizzazione delle strategie di ricostruzione delle traiettorie e degli anelli, rispettivamente. Sviluppo del sistema di Data Quality Monitoring.
- Belle II/CMS/LHCb - Sviluppo di modelli di simulazione per lo studio della risposta dei rivelatori ad alte dosi di radiazioni provenienti dalle future condizioni di lavoro delle macchine acceleratrici.

**A.3.2.4 Fisica teorica delle Interazioni fondamentali**

Partendo dalle teorie fondamentali che descrivono efficacemente le interazioni tra i costituenti primi della materia, consolidate da anni di ricerche e avvalorate da molteplici verifiche sperimentali, si sviluppano modelli teorici che ne rappresentano estensioni capaci di superare i limiti di applicabilità delle stesse teorie originali. Tali limiti si manifestano nella loro natura parametrica, ovvero nella dipendenza da quantità fisiche osservabili, i cui valori non sono previsti dalle teorie e quindi devono essere misurati. La riduzione del numero di questi parametri, costituisce lo scopo degli studi teorici che si avvalgono di due principali strumenti: la matematica avanzata e le misure sperimentali. La bontà dei risultati ottenuti è poi valutata dal vaglio fenomenologico, cioè dalla capacità di descrivere fenomeni che vanno oltre agli ambiti delle teorie di partenza e quella di fare previsioni misurabili. Il gruppo teorico di Perugia, che ha collaborazioni nazionali e internazionali, studia le interazioni fondamentali su diverse scale, che vanno da quelle delle particelle elementari, a quelle nucleari, a quelle cosmologiche e gravitazionali.

*Tematiche:*

Relatività Generale:

- Studio della fisica dei buchi neri.
- Studio dell'influenza di effetti ambientali sulla dinamica di sistemi binari di oggetti compatti.

- Modellizzazione di effetti di marea su sistemi binari in regime di gravità forte.

#### Astrofisica teorica:

- Studio della fisica dei jets elettromagnetici emessi da nuclei galattici attivi e da pulsar.
- Studio della magnetosfera di buchi neri ruotanti.
- Trattazione analitica per la derivazione di potenziali di interazione per sistemi binari di buchi neri.

#### Fisica Adronica e Nucleare:

- Studio teorico e fenomenologico della struttura partonica di adroni e nuclei, indagata con sonde di alta energia, attraverso interazioni elettrodeboli e forti, anche a supporto di attività sperimentali in laboratori internazionali (CERN, Jefferson LAB, Berkeley National Laboratory).
- Dinamica hamiltoniana relativistica di sistemi legati fortemente.
- Supporto teorico all'attività di astrofisica nucleare del Dipartimento.

#### Fenomenologia delle particelle:

- Sviluppo di modelli fenomenologici nell'ambito della collaborazione internazionale.
- BESIII per lo studio dei meccanismi di decadimento del mesone  $J/\psi$  in adroni e calcolo dei vari contributi alla sua ampiezza di decadimento, finalizzati anche allo studio e quindi la previsione delle sezioni d'urto non risonanti.
- Definizione e sviluppo di modelli che prevedano l'esistenza di fermioni composti, studio della loro dinamica nell'ambito del Modello Standard e dei possibili segnali da osservare nei futuri esperimenti di LHC e HL-LHC.
- Studio della struttura partonica tridimensionale degli adroni dall'osservazione di interazioni partoniche multiple ad HL-LHC e al futuro collisionatore EIC.

Applicazioni di teorie di campo e stringhe a sistemi emergenti di materia condensata (superconduttività ad alta temperatura).

#### **A.3.2.5 Nanoscienze**

Ricerche riguardanti Nanomagnetismo, Spintronica, Nanomeccanica, Fisica della Superfici e materiali nanostrutturati condotte in collaborazione con il CNR-IOM, anche grazie alla presenza di laboratori congiunti. Si impiegano tecniche già sviluppate in Dipartimento e in collaborazione con il personale CNR-IOM quali: Spettroscopia Brillouin da onde di spin, Effetto Kerr magnetoottico, Interferometria Ottica, Microscopia a Forza Atomica, Simulazioni Micromagnetiche e Micromeccaniche, tecniche di spettroscopia elettronica quali fotoemissione diretta e inversa, assorbimento di raggi X e diffrazione di elettroni basate - lavorando in stretta connessione con le linee di luce del Sincrotrone Elettra di Trieste.

#### *Tematiche:*

- Spettroscopia Brillouin, ordine magnetico e propagazione delle onde di spin in cristalli magnonici artificiali.
- Nanoottica con onde di spin e trattamento dei segnali alla nanoscala.
- Vibrazioni acustiche, fononi superficiali e proprietà meccaniche di film sottili e multistrati.
- Spettroscopie elettroniche e di assorbimento raggi X applicate a materiali nanostrutturati avanzati.
- Fisica dei sistemi a bassa dimensionalità con particolare interesse a materiali 2D e materiali a base di Carbonio (C-based).
- Fisica delle superfici in ultra alto vuoto: crescita epitassiale proprietà strutturali ed elettroniche strati atomici ordinati, con particolare interesse per i film di molecole organiche per applicazioni nella catalisi, nel fotovoltaico e nella elettronica a basso consumo.
- Studio della competizione tra ordine superconduttivo e charge density wave in "low-dimensional" Transition Metal Dichalcogenides.
- Studio mediante assorbimento di raggi X di sistemi nanostrutturati e di fenomeni risolti in tempo alle scale del pico-/nano-secondo inclusi sviluppi strumentali.
- Caratterizzazione delle proprietà morfologiche, elastiche, molecolari ed elettroniche di materiali geologici e geobiologici in diversi "environments".

### **A.3.2.6 Energy harvesting e ICT**

Questo ambito comprende attività di ricerca dedicate allo studio dei processi di trasformazione dell'energia alle micro e nanoscale, allo scopo di ideare, progettare e realizzare micro generatori di energia per l'alimentazione di dispositivi ICT (Information and Communication Technology) mobili.

*Tematiche:*

- Termodinamica.
- Meccanica statistica di non-equilibrio.
- Tecnologie MEMS e NEMS (Micro e Nano Electro Mechanical Systems).
- Studio dei limiti fondamentali del calcolo e principio di Landauer.

### **A.3.2.7 Fisica delle Biomolecole, dei Materiali Avanzati e delle Radiazioni Ionizzanti in Terapia e Diagnostica**

Questo ambito di ricerca è finalizzato allo studio di biomolecole, di materiali all'avanguardia e delle radiazioni ionizzanti per soluzioni innovative in terapia e diagnostica. In questo contesto multidisciplinare, la Fisica fornisce strumenti essenziali come tecniche spettroscopiche avanzate, modellizzazione di sistemi complessi e metodi di dosimetria di precisione, svolgendo così un ruolo guida nell'affrontare le sfide globali legate alla salute. La sinergia tra la Fisica e altre discipline scientifiche definisce una Azione Collaborativa Trasversale, con accesso a risorse presso le più importanti large-scale facilities internazionali. Le tematiche di ricerca in questo ambito sono spesso affrontate in collaborazione con il CNR e l'INFN.

**Tematiche:**

- Analisi della relazione tra struttura, dinamica e funzionalità in biomolecole e polimeri biomimetici. Sistemi: DNA G-Quadruplex, Proteasi Principale del SARS-CoV-2, PNIPAM, membrane lipidiche, nanopugne, gel di nanocellulosa, nanoparticelle plasmoniche. Tecniche impiegate: scattering di neutroni (ILL, ISIS, MLZ) e fotoni x (strumentazione in-house, ELETTRA, ESRF); spettroscopia Brillouin, micro-Raman, spettroscopia pump-probe in IR/VIS/EUV (FERMI, NFFA-Sprint, XFEL), dicroismo circolare, spettroscopia di fluorescenza.
- Transizioni di fase in sistemi e composti metallici per uso diagnostico. Sistemi: leghe a base gallio, soluzioni di metalli alcalini. Tecniche impiegate: spettroscopia ottica (Raman, fotoluminescenza, riflettività) e ARPES risolte in tempo e accoppiate in esperimenti pump-probe in IR/VIS/EUV (FERMI, NFFA-Sprint, XFEL); scattering e diffrazione di neutroni e fotoni x (ILL, ISIS, ESRF, ELETTRA, strumentazione x in-house).
- Sviluppo di modelli statistici, calcoli TDDFT e simulazioni di dinamica molecolare per i sistemi oggetto di studio. Sistemi: sequenze telomeriche di DNA; batteri psicrofili, mesofili, termofili e ipertermofili; membrane cellulari; sistemi biomimetici (PNIPAM). Tecniche impiegate: simulazioni Monte-Carlo extremely coarse grained (ECG), simulazioni di dinamica molecolare coarse grained, simulazioni atomistiche, simulazioni ibride (classiche-TDDFT).
- Sviluppo e preparazione di modelli di membrane biologiche. Apparecchiatura e tecniche impiegate: sintesi e preparazione di membrane lipidiche supportate ed in soluzione; purificazione e pre-caratterizzazione dei campioni con size-exclusion chromatography; screening delle membrane con quartz crystal microbalance with dissipation monitoring (QCM-D).
- Interazioni tra Radiazioni Ionizzanti e Sistemi Biologici: Dalla Cellula al Tessuto Neurale. Studio delle interazioni tra radiazioni ionizzanti, biomolecole/matrici cellulari e fantocci tessuto equivalenti, analisi del tessuto neurale e dei pattern metabolici per migliorare la precisione e l'efficacia della terapia e della diagnosi. Sistemi: Tessuti cellulari sensibili, cellule cancerogene, tessuto neurale, fantocci tessuto equivalenti, fasci clinici. Tecniche impiegate: irraggiamento con micro fasci, microdosimetria, misure LET/RBE, risonanza magnetica nucleare (tensore dell'acqua libera), metodi computazionali.
- Sviluppo e Caratterizzazione di Rivelatori per Dosimetria, Analisi di Purezza Radio-Nuclidica. Sistemi: Materiali avanzati, sorgenti di radiazione ionizzante, farmaci prodotti a partire da  $^{18}\text{F}$  da ciclotrone (9.6 MeV). Tecniche impiegate: Realizzazione prototipi di dosimetro, metodi di calibrazione, analisi di sensibilità dosimetrica, ottimizzazione del segnale, simulazioni Monte Carlo, spettrometria gamma.

### **A.3.2.8 Spettroscopia neutronica, di luce di sincrotrone e free electron lasers (FEL)**

Sviluppo di tecniche avanzate e metodi di scattering e spettroscopia con fasci di neutroni di bassa energia, luce di sincrotrone e FEL nelle regioni EUV e X-rays per lo studio dei materiali, dai solidi cristallini alle biomolecole. Progettazione, sviluppo, e costruzione di spettrometri e componenti avanzati (monocromatori, collimatori, specchi,



chopper, shielding). Progettazione e sviluppo di rivelatori prototipali per neutroni di bassa energia e luce visibile. La strumentazione viene controllata nei laboratori del dip. e installata presso le infrastrutture di ricerca europee (ILL, ESRF, ISIS, FERMI, NFFA, ESS). L'ambito di ricerca si sviluppa nel contesto internazionale, prevalentemente europeo, delle Analytical Facilities di ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures). Attualmente in fase di sviluppo: T-REX@ESS (Collaborazione IT- DE; installazione presso ESS-SE); TR-OS/RAMAN (Collaborazione UNIPG, UNIMI, UNIROMA1, UNITS, ELETTRA, INFN; installazione presso NFFA@Elettra-FERMI). Questo ambito di ricerca è sviluppato in forte sinergia con CNR, INFN ed ELETTRA.

*Tematiche:*

- Simulazione delle prestazioni dello strumento o dei componenti con tecniche di ray-tracing. Ottimizzazione in relazione alle caratteristiche della sorgente (reattore/sorgente pulsata, wiggler/bending-magnet, FEL-banda di energia). Simulazione di nuove componenti ottiche e rivelatori.
- Sviluppo di sensoristica "smart" per produzione di dati FAIR-by-design. Progettazione, realizzazione e test dei prototipi. Misure preliminari su fasci di raggi-x disponibili presso i laboratori del dipartimento e su fasci di neutroni/luce di sincrotrone.
- TDR (Technical Design Report) della strumentazione; realizzazione e installazione; commissioning presso la facility.
- Campagne di test sulla strumentazione installata per ottimizzazione delle prestazioni. Gestione della fase iniziale di funzionamento dello spettrometro.
- Studi sperimentali delle eccitazioni collettive (fononi, magnoni, plasmoni) in sistemi cristallini e disordinati.
- Studi sperimentali dell'evoluzione temporale su scala ultra-veloce (da ns a fs) delle transizioni di fase indotte da pompaggio coerente in quantum materials.
- Studio del rilassamento di stati eccitati con tecniche pump-probe in regime ottico ed EUV.
- Studi di imaging mediante microtomografia a luce di sincrotrone di fossili e altri campioni geologici.

#### **A.3.2.9 Fisica della Materia Soffice**

Studio delle proprietà dinamiche e strutturali di liquidi complessi quali polimeri, biopolimeri, idrogel, cellule e tessuti e dei relativi processi di aggregazione e di arresto strutturale. Per queste ricerche, si sono realizzati laboratori di spettroscopia Brillouin, Dielettrica, Fotocorrelazione, EDLS (Extended Depolarized Light Scattering) ed è in via di sviluppo la BRaMS (Brillouin-Raman Micro Spectroscopy) per studi di Meccanobiologia e applicazioni in campo biomedico. Tali laboratori sono a disposizione per un c-lab di Ateneo.

*Tematiche:*

- Disegno e realizzazione di strumenti per la spettroscopia ottica e per l'imaging spettroscopico.
- Dinamica collettiva e di singola particella in liquidi complessi, polimeri, biopolimeri e solidi amorfi.
- Arresto strutturale in processi di transizione vetrosa, gelazione e polimerizzazione.
- Dinamica collettiva e di singola particella dell'acqua pura e dell'acqua di idratazione in sistemi di interesse biologico.
- Studio, anche a scopo diagnostico, delle proprietà meccaniche (Meccanobiologia) e molecolari e della loro correlazione in cellule e tessuti quali colture microbiche, tessuti ossei, placche di Alzheimer, tessuti epiteliali sani e tumorali.

#### **A.3.2.10 Geocronologia relativa e assoluta**

Questo ambito ricerca è focalizzato alla misura del tempo geologico attraverso molteplici metodologie al fine di determinare successioni di eventi sia a scala regionale che planetaria. Rappresenta un ambito basilare per determinare i tempi di ricorrenza di processi geologici che vanno dalla microscala alla macroscala e permette di quantificare eventi che si propagano da scale temporali molto brevi, dell'ordine delle decine di secondi, a periodi geologici lunghi miliardi di anni.

*Tematiche:*

- Ricostruzioni stratigrafiche basate sul contenuto fossilifero, su principi di stratigrafia sequenziale e dati geofisici ad alta risoluzione.
- Studi di paleontologia sistematica.
- Studi sull'evoluzione nel tempo degli esseri viventi attraverso indagini paleontologiche e paleoantropologiche.

- Datazioni assolute con radioisotopi a breve emivita per la misura di eventi recenti.
- Datazioni isotopiche assolute (es. U/Pb) su rocce e minerali per la stima di eventi geologici lontani nel tempo;
- Analisi di magnetismo e paleomagnetismo su rocce per riconoscimento della successione di inversioni del campo magnetico terrestre.

#### **A.3.2.11 Struttura dell'interno della Terra e geodinamica**

Questo ambito di ricerca è focalizzato allo sviluppo di studi integrati e multidisciplinari per la comprensione della struttura interna del pianeta Terra e delle sue dinamiche. In particolare, le dinamiche interne al pianeta determinano quelle litosferiche incidendo fortemente sulla sua evoluzione nello spazio e nel tempo e modulando tutti i processi geologici di superficie plasmando in un ciclo incessante l'aspetto della Terra.

*Tematiche:*

- Studi di tettonica globale per comprendere i movimenti litosferici.
- Studi di magmatologia per la definizione delle regioni sorgenti in relazione all'assetto geodinamico.
- Studi di fisica dei minerali in alta pressione e temperatura per comprendere la composizione interna del pianeta e la sua dinamica.
- Studi geochimici per determinare la composizione di rocce e di fluidi endogeni in relazione alla geodinamica.
- Studi geofisici a varie scale e risoluzioni per determinare la struttura dell'interno del pianeta.
- Studi integrati per la comprensione della distribuzione e le relazioni fra sismicità e vulcanismo su scala globale.

#### **A.3.2.12 Geoinformatica**

Questo ambito è incentrato all'acquisizione, elaborazione, archiviazione ed integrazione in sistemi complessi di dati georeferenziati tridimensionali e tempovarianti, allo sviluppo di modelli concettuali e software in grado di analizzare questi dati con la finalità di contribuire alla pianificazione territoriale, alla gestione modellistico-ambientale nelle Scienze della Terra applicabili a configurazioni attuali e del passato geologico.

*Tematiche:*

- Analisi e sviluppo di interfacce per sistemi informativi geografici (GIS).
- Studi per realizzazione di geoportali e gestione di banche dati geologici su web.
- Analisi di dati geologici e geofisici georeferenziati acquisiti da remote sensing.
- Produzione di cartografia geologica e tematica digitale.
- Georeferenziazione di mappe paleogeografiche in ambiente GIS e compilazione del database GIS correlato di dati paleontologici.
- Analisi d'immagini e fotointerpretazione di foto aeree.
- acquisizione, analisi, elaborazione ed interpretazione di dati geologici di superficie acquisiti mediante tecniche geomatiche sul terreno e remote.
- Acquisizione, analisi, elaborazione ed interpretazione di dati geofisici a varie scale per la modellazione di sottosuolo 2D e 3D.

#### **A.3.2.13 Earth System and Global Changes**

Questo ambito ricerca si inserisce in tematiche di interesse globale volte alla protezione e al miglioramento della qualità dell'ambiente, allo sviluppo delle energie rinnovabili, alla mitigazione delle emissioni di carbonio, all'interruzione e inversione del processo di perdita di biodiversità, al contrasto del degrado degli ecosistemi e al passaggio a un'economia sempre più circolare e non più lineare, mirata al riuso e al riciclaggio delle risorse, con minori emissioni di carbonio e resiliente ai cambiamenti climatici.

*Tematiche:*

- Cause e conseguenze delle variazioni climatiche nella storia del pianeta Terra e le maggiori estinzioni di massa.
- Cambiamenti climatici e i relativi impatti sull'ambiente e sulle risorse idriche.
- Relazioni tra i cambiamenti globali e lo sviluppo sostenibile.
- Ciclo del Carbonio in differenti contesti geodinamici e i processi geochimici di sequestro di carbonio atmosferico.
- Sviluppo di nuovi approcci nei sistemi di cattura, stoccaggio e riconversione della CO<sub>2</sub>.

- Studio di nuove strategie per un uso sostenibile delle risorse geologiche e naturali in generale.
- Studio di nuove strategie per ridurre il depauperamento delle materie prime del sistema Terra e promuovere l'economia circolare.

#### **A.3.2.14 Geoheritage**

Questo ambito di ricerca è indirizzato alla lettura del paesaggio come bene culturale in quanto punto di partenza per progettare nuove forme di intervento indirizzate a produrre uno sviluppo economico sostenibile e rispettoso dell'ambiente. Inoltre l'ambito è focalizzato sullo studio con metodologie scientifiche del patrimonio archeologico in modo da fornire importanti strumenti per la valorizzazione e tutela del territorio. Le relazioni tra geodiversità, patrimonio geologico (geositi) e geoconservazione (geoparchi), l'ambiente e la storia umana, sono un nuovo campo di ricerca multidisciplinare volto alla individuazione, valutazione e valorizzazione della componente abiotica del paesaggio fisico e antropico. Le relazioni multitemporali tra le azioni dell'uomo sulla risorsa naturale costituiscono un collante culturale, scientifico e applicativo di crescente interesse.

##### *Tematiche:*

- analisi, protezione e valorizzazione del Paesaggio Naturale;
- studio interdisciplinare del patrimonio naturale supportato dalla creazione di data base inter-trans-disciplinari, tramite l'utilizzo di architetture GIS;
- sviluppo di tecnologie innovative sia per l'analisi tridimensionale (3DRTE, Drone, ecc.) a scala variabile del territorio, che per la divulgazione e valorizzazione delle conoscenze relative al Paesaggio (banche dati dinamiche su scenari 3D, WebGIS, Mobile apps, ecc.), disponibili su postazioni sia fisse che mobili;
- definizione di procedure analitiche svolte sia in ambiente virtuale (GIS-3D), che sul terreno e in laboratorio per lo sviluppo di App per la Citizen Science;
- monitoraggio, conservazione e ripristino di ambienti naturali protetti;
- studi archeometrici di materiali lapidei e manufatti ai fini della ricostruzione dei materiali di provenienza e delle tecniche di produzione;
- studi geofisici finalizzati all'individuazione e diagnostica non distruttiva di strutture e manufatti, visualizzazione ed integrazione interdisciplinare mediante software di modellazione e rendering tridimensionale.

#### **A.3.2.15 Data Science, infrastrutture per Big Data e modelli di Intelligenza Artificiale**

Attività di calcolo scientifico con riferimento ai modelli di Intelligenza Artificiale, dal Machine Learning infrastrutturale all'integrazione di modelli di apprendimento negli stack software di riferimento per l'analisi dati. Applicazione del paradigma concettuale di "Machine Learning for Sciences" in ambito fisico e geologico.

##### *Tematiche:*

###### Attività Caratterizzanti:

- Progettazione e realizzazione di infrastrutture Cloud per analisi predittiva e descrittiva, abilitazione all'uso di trained models, sistemi di Decision Support.
- Progettazione e integrazione di soluzioni di calcolo su architetture ibride (CPU, GPU e FPGA).
- Abilitazione di risorse quantistiche (simulatori e piccoli dispositivi a stato solido gate-based) in cluster ibridi.
- Intelligenza Artificiale.

###### Attività Applicative:

- Ricostruzione/identificazione degli oggetti di Fisica e classificazione degli eventi nel dominio dei dati prodotti da interazione tra costituenti elementari.
- Studio e realizzazione di modelli di analisi per applicazioni di Intelligenza Artificiale.
- Studi petrologici, geochimici e isotopici.
- Studi geofisici.
- Stime predittive dei precursori eruttivi e valutazione del rischio associato alle eruzioni vulcaniche e agli eventi sismici.
- Ricostruzione delle strutture cristalline e studio delle correlazioni stratigrafiche.

###### Altro

- Outreach e trasferimento tecnologico.

- Didattica e Alta Formazione.

#### **A.3.2.16 Scienze e tecnologie per lo spazio**

In quest'ambito si intendono applicare le competenze ed infrastrutture già sviluppate in altri ambiti o linee di ricerca esistenti in un quadro più ampio, funzionale a programmi di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico legati allo spazio. Se da una parte lo spazio costituisce infatti un fattore abilitante nel funzionamento dei moderni sistemi tecnologici per l'osservazione della Terra e dell'Universo, dall'altra le tematiche di questo ambito hanno un forte potenziale non solo nella ricerca di base ma anche in applicazioni per la società civile.

*Tematiche:*

Space Weather:

- Studio della modulazione solare della radiazione ionizzante: variazione del flusso di raggi cosmici galattici in relazione al ciclo di attività solare e sua correlazione con dosimetri a bordo della Stazione Spaziale Internazionale.
- Studio dell'ambiente di radiazione in orbita bassa: studio delle particelle solari energetiche in corrispondenza a brillamenti solari.
- Sviluppo di modelli fenomenologici stocastici per la descrizione dei flussi delle diverse specie di radiazione ionizzante in eliosfera.
- Sviluppo e realizzazione del dimostratore di un nuovo strumento per la misura di radiazione ionizzante ad energie fino a 5-10 GeV (PAN).

Geologia Planetaria:

- Studio della differenziazione ed evoluzione geologica dei pianeti terrestri.
- Studio della composizione e dinamica degli ice planets attraverso analisi di dati spettrali e strutturali da remoto e di laboratorio per valutare la possibilità di esistenza di forme di vita extraterrestre.
- Analisi di Near Earth Asteroid (NEA) per mapparne la composizione e acquisizione di informazioni sul potenziale dei NEA come riserve minerarie, sulla loro pericolosità per il pianeta Terra, e sull'origine della vita.
- Determinazione delle caratteristiche geochimiche e mineralogiche di meteoriti per comprendere l'origine del sistema solare e di sistemi terrestri come analoghi planetari, anche in ambito astrobiologico.
- Analisi di campioni extraterrestri e campioni da crateri d'impatto terrestri, per fornire informazioni sui processi di evoluzione dei proto-pianeti e sui processi che si sviluppano durante un impatto.
- Fornire nuove informazioni per le agenzie spaziali per l'invio di sonde orbitanti su pianeti e asteroidi.
- Studi sulla struttura del sottosuolo e presenza di fluidi nei pianeti mediante uso di dati geofisici acquisiti da rover o da satelliti, o di dati derivanti da studi svolti su sistemi terrestri come analoghi planetari, anche in ambito astrobiologico.

#### **A.3.2.17 Crisi complesse e previsione del rischio**

L'ambito di ricerca proposto abbraccia diverse tematiche trasversali tanto alla Fisica (sistemi dinamici nonlineari, fluttuazioni, termodinamica di non equilibrio, ...) quanto alla Geologia (rischio sismico, vulcanico, idrogeologico e ambientale) ed è indirizzato allo studio e alla quantificazione dei rischi geologici al fine di definire un quadro il più completo possibile del loro impatto su una società resa sempre più vulnerabile dall'incremento demografico e dalla crescente globalizzazione ed interconnessione. L'ambito comprende inoltre lo studio della propagazione dei rischi geologici e ambientali dalla scala locale a quella planetaria, nonché su scale temporali che vanno da poche ore a mesi o anni, e l'effetto dell'ambiente sull'uomo e sugli organismi viventi, ovvero lo studio della insorgenza di problemi sanitari causati da "geo-fattori".

Ci si propone di sviluppare nuovi modelli predittivi dei rischi geologici e ambientali, anche in collaborazione con colleghi di altri Dipartimenti (Matematica, Chimica e Biologia, Farmacia, Medicina, Scienze Politiche, Ingegneria, Scienze agrarie, alimentari e forestali, Lettere) per abbracciare crisi di diversa natura (sociali, sanitarie, epidemiologiche, economiche, ecc.) nell'ambito più generale di un'azione trasversale di Ateneo.

*Tematiche:*

- Pericolosità e rischio sismico.
- Pericolosità e rischio vulcanico.
- Pericolosità e rischio idrogeologico.

- Pericolosità e rischio ambientale.

### **A.3.2.18 Onde Gravitazionali e Astrofisica Multimessenger, Scienza e Tecnologia**

Sviluppi tecnologici per rivelatori di onde gravitazionali (Ligo/Virgo, Kagra, ET), analisi dati e correlazione tra osservazioni astrofisiche e gravitazionali finalizzate allo studio teorico e sperimentale dei meccanismi di emissione di onde gravitazionali e dei getti relativistici associati ai gamma ray bursts (GRBs). Neutron star mergers e equazioni di stato di stelle di neutroni.

#### *Tematiche:*

Sviluppi tecnologici per rivelatori di onde gravitazionali (Ligo/Virgo, Kagra, ET):

- Tecnologia per la sospensione delle ottiche per minimizzare il rumore termico a temperatura ambiente ed in criogenia.
- Coatings e fenomeni dissipativi in film sottili.
- Ottica quantistica e squeezing per minimizzare il rumore quantistico.
- Newtonian noise e ricadute sulla geofisica (i.e. early warning terremoti, studio di deformazioni ed accelerazioni co-sismiche).

Analisi dati e studi teorici:

- Data analisi e follow-up elettromagnetico.
- Astrofisica multimessenger (onde gravitazionali, neutrini, onde elettromagnetiche).
- Compact binaries waveform modelling con metodi analitici e numerical relativity.
- Astrofisica Nucleare esplosiva: studi di termodinamica e magneto-idrodinamica dei plasmi compressibili e non, nella materia stellare in condizioni esplosive e negli ejecta di fenomeni impulsivi quali novae, neutron star mergers, e supernovae.
- Studio della conseguente nucleosintesi da catture neutroniche rapide, con chiarimento dei relativi problemi nucleari (limiti del modello a shell).
- Stelle di neutroni; calcolo dell'equazione di stato di stelle di neutroni, suo impatto nella fusione di oggetti compatti e nella conseguente emissione di onde gravitazionali.

### **A.3.2.19 Fisica dell'Atmosfera**

Studio della fisica dell'atmosfera e dei fenomeni di convezione umida e radiazione nei processi a scala globale, a meso-scala e della loro predicibilità. Studio dei fenomeni di self-aggregazione delle variabili umide con modellazioni teorica del sistema termodinamico con diversi set di equazioni (equazioni di Navier-Stokes, conservazione di variabili entropiche). Studio dei punti critici del sistema Terra-Atmosfera legati al cambiamento climatico. Studio e applicazione della validazione secondo criteri WMO delle reti osservative a meso-scala a terra e in quota (Lidar, Wind Profiler, rete nazionale Radar Doppler) e loro acquisizione nel sistema di assimilazione dati ad alta risoluzione.

#### *Tematiche:*

- Esperimenti di modellistica di equilibrio radiativo-convettivo ai tropici e loro applicazione al sistema climatico terrestre (RCEMIP exp.).
- Studio delle simulazioni di ensemble del ECMWF per caratterizzare la predicibilità dei cicloni sul Mediterraneo e in particolare nei Medicanes.
- Utilizzo dei modelli di NWP (Numerical Weather Prediction) a partire dalle previsioni globali IFS e Copernicus Climate Change Service (C3S) e del Climate Data Store in esso contenuto, per fornire previsioni ad alta risoluzione.
- Applicazione dei database climatici e della modellistica a larga scala al downscaling dei modelli e dei dati sull'area Mediterranea.
- Modellazione degli effetti degli aerosol all'interno della circolazione sull'area Euro-mediterranea, studio dei fenomeni convettivi correlati agli effetti radiativi e di microfisica dovuti agli aerosol e ai fenomeni convettivi estremi.
- Studio dell'interazione suolo-atmosfera e sua modellazione nei modelli globali con applicazioni dei database globali per lo studio delle risorse idriche in atmosfera e nel suolo.
- Studio della variabilità della precipitazione e della sua aggregazione in particolare su orografia e nelle simulazioni di circolazione globale (West-African monsoon).