

**Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra**  
**Direttore Vincenzo Guidi**

**Piano Dipartimentale 2024-2026**

La struttura di governo del Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra (DFST) dell'Università di Ferrara è organizzata come segue.

### **Direttore**

Il Direttore del Dipartimento è il Prof. Vincenzo Guidi

Il Direttore è un professore ordinario del Dipartimento, resta in carica tre anni ed è rinnovabile una sola volta. È eletto dal Consiglio di Dipartimento. Nomina un ViceDirettore e un ViceDirettore Vicario, che ne assicurano le funzioni in caso di sua assenza o impedimento.

Il Direttore ha funzioni di indirizzo, iniziativa e coordinamento delle attività scientifiche e didattiche del Dipartimento; è responsabile dell'attuazione di quanto deliberato dagli organi collegiali, indirizza e coordina il personale tecnico amministrativo sulla base delle disposizioni del Regolamento di organizzazione, sovrintende all'attività di ricerca, curandone la valutazione, e alla ripartizione dei compiti didattici tra professori e ricercatori del Dipartimento, secondo le linee di indirizzo di Ateneo sulla programmazione didattica e vigila sull'assolvimento di tali compiti.

### **ViceDirettore**

Il ViceDirettore è il Prof. Giuseppe Cruciani

Il ViceDirettore viene designato, tra i professori di ruolo, dal Direttore.

Svolge funzioni di supporto ed è delegato alla firma per conto del Direttore.

### **ViceDirettore Vicario**

Il ViceDirettore Vicario è la Prof.ssa Eleonora Luppi.

### **Consiglio di Dipartimento**

Il Consiglio di Dipartimento definisce gli obiettivi e i programmi di ricerca del Dipartimento

È composto dai professori, gli assistenti, i ricercatori afferenti al Dipartimento e dai rappresentanti del personale tecnico-amministrativo, dei dottorandi e degli studenti.

Elegge il Direttore del Dipartimento e detta i criteri generali per l'impiego dei fondi assegnati al Dipartimento per la ricerca e la biblioteca.

Tra le sue principali attribuzioni:

- approvare un piano annuale di sviluppo di ricerche di interesse del Dipartimento;
- esprimere pareri in ordine ai Professori a contratto;
- collaborare con gli organi di governo dell'Università;
- alle riunioni del Consiglio di Dipartimento viene redatto apposito verbale.

### **Segretario Amministrativo**

Il Segretario amministrativo è responsabile della segreteria amministrativa del Dipartimento, ha funzioni di coordinamento delle attività amministrativo-contabili e didattiche. Fa parte del Consiglio con la funzione di segretario verbalizzante, della Giunta con la medesima funzione e con voto consultivo. Collabora con il Direttore per tutte le attività che concernono il miglior funzionamento della struttura, gli impegni istituzionali ed i rapporti con il Dipartimento.

Segretario amministrativo del Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra è Patrizia Fordiani.

### **Giunta di Dipartimento**

La Giunta di Dipartimento Coadiuvata il Direttore, può esercitare funzioni deliberative su delega del Consiglio di Dipartimento. È composta, oltre che dal Direttore, che la presiede, da una rappresentanza del personale docente. Ne fa parte anche il Segretario Amministrativo con voto consultivo.

Prof. Vincenzo Guidi                      Direttore del Dipartimento

Prof. Giuseppe Cruciani                  ViceDirettore del Dipartimento

Prof.ssa Eleonora Luppi                  ViceDirettore Vicario

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Prof. Fabio Mantovani | Coordinatore del CU in Fisica e Physics      |
| Prof. Piero Gianolla  | Coordinatore del CU in Scienze geologiche    |
| Patrizia Fordiani     | Segretario amm.vo con funzione verbalizzante |

### **Consiglio unico per i corsi di studio in Fisica**

Il coordinatore dei Corsi di Studi in Fisica (Laurea Triennale in Fisica - Master's Degree in Physics) è il Prof. Fabio Mantovani.

### **Consiglio unico per i corsi di studio in Scienze Geologiche**

Il coordinatore dei Corsi di Studi in Scienze Geologiche (Laurea Triennale in Scienze Geologiche - Laurea Magistrale in Scienze Geologiche, Georisorse e Territorio) è il Prof. Piero Gianolla.

### **Commissione per l'Assicurazione della Qualità della Ricerca e della Terza missione del Dipartimento**

Prof. Vincenzo Guidi, Prof.ssa Eleonora Luppi, Prof. Giuseppe Cruciani, Prof. Fabio Mantovani, Prof. Piero Gianolla, Prof. Paolo Lenisa, Prof. Renato Posenato, Prof. Roberto Calabrese, Prof. Paolo Ciavola, Prof. Paolo Natoli, Prof. Francesco Di Benedetto, Prof. Donato Vincenzi, Prof. Riccardo Caputo.

### **Commissione paritetica Docenti - Studenti**

La Commissione paritetica Docenti - Studenti/CPDS) si attiva per ricevere segnalazioni provenienti dalla periferia (dai corsi di studio del Dipartimento e dagli studenti) e approfondire gli aspetti critici legati al percorso di formazione (esperienza dello studente) offrendo un ulteriore canale oltre ai tradizionali questionari di valutazione.

Annualmente quindi la Commissione è chiamata a redigere una relazione contenente l'analisi dei Rapporti di riesame dei Corsi di studio, dei risultati della rilevazione dell'opinione degli studenti e di eventuali criticità dei CdS del Dipartimento.

Dà inoltre parere sulla proposta di attività programmata per la verifica della congruità dei crediti con gli obiettivi formativi del corso di studio.

#### *Componente docenti biennio solare 2024-2026*

- Prof. Massimiliano Fiorini: Presidente della Commissione – LT Fisica
- Prof. Michele Morsilli: Membro effettivo – LM Scienze geologiche, georisorse e territorio
- Prof. Francesco di Benedetto: Membro effettivo - LT Scienze geologiche
- Prof. Cesare Malagù: Membro effettivo – LM Physics

#### *Rappresentanti studenti eletti biennio solare 2024-2026*

- Sig. Allart Cesare Carlo (cesarecarlo.allart@edu.unife.it): Rappresentante Studenti LT Scienze geologiche
- Dott.ssa Genesini Valentina (valentina.genesini@edu.unife.it) : Rappresentante Studenti LM Physics
- Sig.ra Pavoni Francesca (francesca.pavoni@edu.unife.it): Rappresentante Studenti Fisica LT Fisica

La CPDS redige una Relazione annuale ed eventuali verbali delle riunioni svolte durante l'anno.

## **Delegati del Dipartimento**

### *Delegati all'internazionalizzazione*

- Prof. Davide Bassi per questioni attinenti la didattica
- Prof. Fabio Mantovani per questioni attinenti la ricerca

### *Delegati per questioni VQR*

- Prof. Massimiliano Fiorini per questioni attinenti la VQR

### *Delegati per Orientamento all'ingresso e promozione delle iniziative didattiche e scientifiche del Dipartimento*

- Prof. Paolo Lenisa - Prof. Enzo Rizzo

### *Delegati per il Tutorato*

- Prof. Piero Gianolla - Dott. Cesare Malagù

### *Delegati per la organizzazione e la gestione del sito internet di Dipartimento*

- Prof. Vincenzo Guidi – Dott. Michele Gambetti - Dott. Massimo Verde

### *Delegato del Direttore per la Radioprotezione*

- Dott. Giovanni Di Domenico

### *Rappresentante del Dipartimento per l'internazionalizzazione della didattica*

- Prof. Davide Bassi

### *Rappresentante del Dipartimento per l'internazionalizzazione della ricerca*

- Prof. Fabio Mantovani

### *Rappresentante del Dipartimento nel Consiglio Direttivo del Centro di Ateneo per la Cooperazione e lo sviluppo*

- Prof. Paolo Ciavola

### *Rappresentante del Dipartimento nel Consiglio di disciplina di Ateneo*

- Prof. Piero Gianolla

### *Rappresentante del Dipartimento nel Consiglio scientifico della Macroarea del Sistema Bibliotecario di Ateneo*

- Prof. Guido Zavattini

### *Rappresentanti nel Consiglio di Gestione del Sistema Museale di Ateneo:*

- Prof. Paolo Lenisa e Prof. Davide Bassi

### *Coordinatori Erasmus*

- Prof. Paolo Ciavola - Prof. Angelo Taibi

### *Responsabile del Museo di Strumentazione Antica del Dipartimento di Fisica*

- Prof. Paolo Lenisa

### *Referente per problematiche studenti con disabilità - DSA*

- Dott. Diego Bisero

### *Componenti dei Comitati di redazione delle Sezioni degli Annali on line per il triennio 2018/2021*

- Proff. Bassi Davide ( Responsabile), Riccardo Caputo, Renato Posenato, Barbara Ricci e Piero Rosati

### *Componente del Consiglio Direttivo del Centro Teatro Universitario*

- Dott.ssa Isabella Masina

### *Componente del Consiglio Direttivo del Centro Emostasi e Trombosi*

- Prof. Angelo Taibi

### *Componente del Consiglio Direttivo del Centro Malattie Vascolari*

- Prof. Angelo Taibi

*Rappresentanti del Dipartimento nel Comitato scientifico del laboratorio Terra & Acqua Tech.*

- Area GEO: Prof. Paolo Ciavola (referente) - Prof. Riccardo Caputo
- Area FIS: Prof. Vincenzo Guidi (referente) - Prof. Fabio Mantovani

*Rappresentanti del Dipartimento nel Comitato scientifico TekneHub*

- Proff. Francesco Di Benedetto e Cesare Malagù

*Rappresentanti del Dipartimento nel Centro di Microscopia Elettronica*

- Prof. Donato Vincenzi

*Delegata per la parità di genere*

- Prof.ssa Valeria Luciani

## **Gestione delle risorse del Dipartimento**

### *Fondo di funzionamento*

Il fondo di funzionamento copre prioritariamente il metabolismo del Dipartimento, ossia gli apparati e il consumabile necessari al funzionamento della segreteria, alla manutenzione e al potenziamento dei servizi del Dipartimento (servizi generali, servizio meccanico, elettronico e informatico). Contribuisce in cofinanziamento alla gestione di alcuni laboratori, affiancando – secondo disponibilità – i bandi FIRD o i bandi di Ateneo per il reperimento delle risorse per la ricerca.

### *Fondo FIRD*

Viene annualmente bandito un Fondo per l'Incentivazione alla Ricerca Dipartimentale (FIRD), pensato per coloro che non possiedono risorse finanziarie per la ricerca, superiori ad una data soglia. Tale fondo risulta utile ai più giovani e a coloro che, per varie ragioni, si trovano in difficoltà a ottenere fondi per la ricerca o che vogliono aprire nuove linee di ricerca. La soglia e il bando vengono proposti annualmente dalla Giunta Dipartimentale. L'accesso al fondo necessita della presentazione di un progetto, che sarà valutato da un'apposita commissione, nominata su proposta della Giunta, una volta riscontrata l'assenza di conflitti di interesse.

### *Fondo 5x1000*

Gestione identica al FIRD.

### *Fondo per assegni di ricerca*

Si apre annualmente un bando per il finanziamento di nuovi assegni di ricerca o il rinnovo di esistenti. Al fondo di Ateneo, il Dipartimento contribuisce con fondi propri. Si richiede ai proponenti una quota di cofinanziamento minima del 20%. Su proposta della Giunta il Consiglio di Dipartimento approva la proposta di cofinanziamento.

### *Nuovo personale ricercatore e docente*

È attiva la programmazione triennale di Ateneo 2022-24, nella quale sono state proposte nuove posizioni di ruolo per ricercatori e professori. Secondo la modalità di Ateneo, la decisione sull'attivazione di tali posizioni è in capo al Consiglio di Amministrazione, sentito il Senato Accademico.

Il DFST dell'Università di Ferrara si distingue per la sua solida tradizione in termini di qualità della ricerca e della proposta formativa. Il DFST offre due corsi di laurea triennale (Laurea Triennale in Fisica e Laurea Triennale in Scienze Geologiche) e due corsi di laurea magistrale (Master's Degree in Physics e Laurea Magistrale in Scienze Geologiche, Georisorse e Territorio Territorio con possibilità di doppio titolo con l'Università di Cadice). Il Corso di Laurea Triennale in Fisica è strutturato per fornire una solida base in fisica classica e moderna, con un forte accento sulla formazione pratica attraverso esperienze di laboratorio con strumentazione avanzata. Gli studenti vengono preparati come fisici con forti competenze nel problem solving, rendendoli adatti sia per settori innovativi che per studi avanzati. La formazione abbraccia un vasto insieme di competenze, includendo materie come matematica, fisica, informatica e statistica. Questa preparazione rende gli studenti pronti ad affrontare con efficacia diverse sfide professionali, particolarmente in settori caratterizzati da un'elevata concentrazione tecnologica, nonché il successivo Master's Degree in Physics.

Il corso offre flessibilità nella preparazione della tesi, permettendo la collaborazione con enti di ricerca nazionali e internazionali o con contesti industriali avanzati. Inoltre, vengono proposti con successo attività di mobilità internazionale degli studenti (programma Erasmus). Una peculiarità distintiva di questo corso è un impegno costante verso il perfezionamento del programma di studi, conseguenza diretta dell'osservazione e del trattamento dei commenti ricevuti dagli studenti. Questa attenzione si è tradotta in un'efficace riorganizzazione di alcuni corsi, riscontrando un crescente apprezzamento da parte della comunità studentesca. Il totale di nuovi studenti iscritti negli ultimi cinque anni ha sempre raggiunto o superato la soglia delle 50 unità.

Il Master's Degree in Physics è completamente svolto in lingua inglese ed offre un'istruzione flessibile e aggiornata con le ultime ricerche scientifiche e tecnologiche. Gli studenti acquisiscono una conoscenza approfondita della fisica moderna e delle sue applicazioni teoriche e sperimentali, preparandosi per una vasta gamma di carriere, tra cui la ricerca avanzata, l'insegnamento o l'inserimento in aziende high tech.

Gli studenti hanno l'opportunità di lavorare a stretto contatto con le attività di ricerca svolte nel dipartimento ed hanno la possibilità di trascorrere parte del loro tempo presso laboratori di ricerca di livello internazionale, come il CERN, SLAC, Fermilab, DESY ed i Laboratori Nazionali dell'INFN (Gran Sasso, Legnaro, Frascati e Catania). Un forte elemento di internazionalizzazione è il programma di Doppio Titolo con l'Università Paris-Saclay, che consente agli studenti selezionati di conseguire sia la laurea magistrale italiana che il master francese. Secondo l'Academic Ranking of World Universities i corsi di Laurea in Fisica sono i migliori tra quelli erogati dall'Università di Ferrara.

La copertura degli insegnamenti di servizio di Fisica e di materie ad essa complementari è un ruolo che il DFST ha sempre più consolidato nel tempo, accompagnando l'Ateneo nella significativa crescita del numero di studenti negli ultimi anni. È importante sottolineare come il corpo docente di area Fisica eroghi lezioni di servizio di fisica e in corsi di laurea ad alta numerosità dell'ateneo ferrarese, per un totale di 48 insegnamenti presso 8 dipartimenti.

Il Corso di Studio in Scienze geologiche è strutturato per fornire una solida preparazione scientifica di base con insegnamenti di Matematica, Chimica, Fisica e Informatica. Prevede insegnamenti obbligatori che coprono tutte le discipline delle Scienze della Terra: paleontologia, sedimentologia-stratigrafia, geologia strutturale, geografia fisica e geomorfologia, mineralogia, petrografia, geochimica, geologia applicata e geofisica. Le lezioni teoriche sono integrate da esercitazioni e attività in laboratorio. Particolare importanza è attribuita alle attività di terreno, già dal primo anno di corso, finalizzate a fornire

competenze nella comprensione dei fenomeni geologici, nello studio e descrizione delle geometrie dei corpi rocciosi e nell'apprendimento delle tecniche cartografiche di base, con particolare riferimento al rilevamento geologico. Il Corso di Studio in Scienze geologiche fornisce pertanto conoscenze approfondite su composizione, struttura ed evoluzione della Terra e competenze di base per operare nella cartografia geologica, nel reperimento e nell'analisi delle georisorse, incluse fonti rinnovabili, nella tracciabilità degli inquinanti e loro mitigazione.

Il Corso di Studio magistrale in Scienze geologiche, georisorse e territorio è strutturato per fornire allo studente le conoscenze scientifiche e metodologico-applicative per poter operare con i metodi più moderni e le tecnologie più avanzate proprie delle Scienze della Terra per raccogliere, gestire, analizzare ed elaborare le informazioni inerenti i processi geologici per la valutazione, il monitoraggio e la mitigazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni e a quelli indotti dai cambiamenti climatici, per la quantificazione e gestione sostenibile delle risorse naturali e delle materie prime e per il recupero della qualità ambientale delle aree degradate. Il Corso fornisce le competenze per elaborare soluzioni e sviluppare strategie nei diversi ambiti occupazionali della Geologia compresi quelli che riguardano la valorizzazione delle georisorse, la pianificazione geologico-territoriale, la progettazione, la caratterizzazione e conservazione di sistemi e materiali geologici, la gestione delle emergenze geologiche ed ambientali di origine naturale ed antropica. Nell'ambito Corso di Studio magistrale in Scienze geologiche, georisorse e territorio è attivo un progetto di doppio titolo erogato in partnership con l'Universidad de Cadiz (Spagna): Master in Gestion Integrada de Areas Litorales (GIAL).

Il DFST promuove due dottorati (Fisica e Scienze della Terra) con una forte connotazione internazionale. Infatti, nell'ambito del percorso dottorale in Fisica è attivo un percorso di doppio titolo internazionale in convenzione con H. Niewodniczański Institute of Nuclear Physics (Polish Academy of Sciences, Kraków, Poland), mentre il dottorato di ricerca internazionale in Scienze della Terra e del Mare (Earth and Marine Sciences - EMAS) è organizzato dall'Università di Ferrara in collaborazione con l'Università di Cadice - UCA. Recentemente il DSFT è entrato in un dottorato di interesse nazionale in "Space Science Technology", coordinato dall'Università di Trento.

Per quanto riguarda il dottorato in Fisica il numero di borse di studio bandite negli ultimi anni è andato crescendo passando da 9 borse nel 2017 a 22 borse nel 2023. Tutto questo è stato possibile grazie ad un significativo incremento delle borse cofinanziate da enti di ricerca (INFN, ASI, INAF, etc.) nonché da numerose aziende che vedono il DFST come un centro dove fare ricerca e sviluppo. La convenzione tra Università di Ferrara e l'INFN ha contribuito ad incrementare il numero di borse di dottorato con tematiche di fisica nucleare e subnucleare.

Per quanto riguarda il dottorato di Scienze della Terra (EMAS) il numero di borse di studio bandite ha registrato un incremento molto significativo nel quinquennio 2018-2022 grazie al finanziamento ministeriale nell'ambito dei Dipartimenti di Eccellenza che ha consentito di erogare 6 borse di dottorato aggiuntive rispetto alle borse gravanti su budget UniFe con ulteriore effetto leva nell'attrarre cofinanziamenti per borse da altri enti (n. 0.5+1 da CNR, n. 3 da INGV, n. 1 da bando RER, n. 1 da bando MUR).

La forte propensione di DSFT ad investire sul dottorato ha reso possibile il reclutamento sempre crescente di studenti, portando il rapporto dottorandi (91)/strutturati (53) pari a 1,7. Questo dato, unito al rapporto assegnisti/strutturati, pari a 0,50, costituisce una capacità di ricerca significativa.

Nell'ultimo decennio il DFST ha mostrato una forte propensione per la ricerca, sia a livello di base che applicata, come evidenziato dai numerosi progetti finanziati sia a livello europeo che nazionale e regionale, nonché dal rilascio di diversi brevetti e dallo sviluppo di spin-off e start-up.

Nel settore della fisica, le attività di ricerca del DFST si sviluppano in diverse linee: fisica sperimentale delle alte energie e delle interazioni fondamentali, fisica teorica e computazionale, materia condensata, cosmologia e astrofisica, fisica ambientale, medica e dei beni culturali. Parallelamente, il DFST svolge ricerche nell'area delle Scienze della Terra, con studi che spaziano dalla paleontologia alla stratigrafia, dalla mineralogia alla geochimica, dalla petrografia alla vulcanologia, dall'idrogeologia alla geologia applicata, dalla geologia dei terremoti alla geofisica. Queste attività di ricerca beneficiano di una stretta collaborazione con istituzioni nazionali di ricerca come il CNR e l'ASI, e in alcuni casi sono potenziate da convenzioni specifiche con l'INFN, l'INAF e l'INGV.

Un punto di forza del DFST è la solida collaborazione con l'INFN. La sezione di Ferrara dell'INFN, alla quale afferiscono numerosi docenti del DFST, svolge un ruolo attivo in esperimenti organizzati da tutte le commissioni nazionali. Questi esperimenti, di rilevanza internazionale, coprono una vasta gamma di settori, tra cui la fisica delle particelle ad alta energia, la fisica astro-particellare, la fisica nucleare, la fisica teorica e le tecnologie nucleari applicate a sensori, salute, ambiente e beni culturali e la fisica medica. Questo ampio portafoglio di ricerche sottolinea la versatilità e l'ampio raggio d'azione del DFST nell'ambito della ricerca scientifica.

La sua produzione scientifica è di alto livello, con una media annua di 197 articoli in riviste di fascia Q1, e quattro professori inseriti tra i primi 100 "Top Italian Scientists" per rispettive aree di competenza. Inoltre, due professori del DFST, uno per area 02 e uno per area 04, sono inoltre classificati "within the top 2% of scientists in their main subfield" da Ioannidis et al. 2020 ("Stanford ranking") che ha valutato gli scienziati per l'impatto delle citazioni lungo la carriera fino alla fine del 2019. Per quanto riguarda l'area fisica, il personale afferente al DFST ha pubblicato 1267 articoli su rivista scientifica indicizzata, di cui 180 appartenenti al primo decile e 575 al primo quartile per un totale di 15608 citazioni.

Nell'ultimo quinquennio, il DFST si è distinto per le sue attività di ricerca, caratterizzate da una notevole vivacità e da un impegno profuso in una serie di progetti finanziati a livello nazionale ed europeo. Il DFST ha ricevuto finanziamenti da quattro progetti Horizon 2020, tra cui un ERC (Consolidator), un Horizon Europe EIC Pathfinder, due INTERREG CBC Italia-Croazia, due LIFE (2014-20 e 2021-27), un Urban Innovative Actions, e una serie di progetti nel campo dell'agricoltura di precisione e dell'Industria 4.0. L'ampio spettro di queste iniziative riflette le diverse competenze dei fisici coinvolti, che spaziano dalla modellistica al calcolo distribuito, alla gestione dei Big Data.

Il DFST è stato selezionato per il quinquennio 2018-2022 come beneficiario di un finanziamento di oltre 7 mln di euro dal fondo previsto dalla legge di Bilancio 2017 per i "Dipartimenti di Eccellenza". Il premio è stato attribuito sulla base dei risultati della VQR 2011-14, che per l'area disciplinare 04 ha fruttato al DFST una collocazione con ISPD=100, e del progetto presentato che ha visto il DFST collocarsi in prima posizione nella graduatoria finale dei cinque dipartimenti finanziati in area Scienze della Terra. La valutazione della VQR 2015-19 si è confermata molto elevata, rientrando nell'insieme dei 300 migliori Dipartimenti italiani con una valutazione ISPD=99.5 per l'area disciplinare 02.

Le competenze interdisciplinari del DFST si sono rivelate preziose per la partecipazione a numerose iniziative legate al PNRR. Il Dipartimento svolge un ruolo attivo in due importanti progetti del PNRR: il Centro Nazionale di HPC, Big Data e Quantum Computing (ICSC) e il progetto Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna (ECOSISTER). La capacità del DFST di attrarre fondi esterni è ben documentata dalle numerose convenzioni stipulate con società private, come Lighthouse S.p.A., Polaris s.r.l., GeoExplorer s.r.l., Delta Engineering Services S.r.l., CAEN Spa, Protex Spa, Colacem S.p.A., Diemme Filtration S.r.l., INCO S.p.A., e con istituzioni pubbliche, tra cui la Regione Emilia-Romagna (RER), Regione Veneto, Provincia autonoma di Bolzano, ISPRA (Progetto CARG), Ferrovie Emilia-

Romagna, ENEL Greenpower, ENI, l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'INAF. Grazie a questi accordi, il DFST ha potuto attrarre circa 2 milioni di euro di finanziamenti esterni.

Nel settore della ricerca di base e applicativa, il DFST ha mantenuto una presenza attiva, con 7 PRIN attivi nel periodo 2018-22. La collaborazione con la Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna si è inoltre rafforzata attraverso cinque progetti POR-FESR 2014-20. L'orientamento del DFST verso la ricerca applicata si è concretizzato nel deposito di cinque brevetti nel 2021, e nello sviluppo di due spin-off e una start-up.

Parallelamente alle sue attività di ricerca, il DFST si è dedicato alla divulgazione scientifica attraverso l'organizzazione di eventi di portata pubblica, tra cui "I Venerdì dell'Universo" e "Porte Aperte al Polo Scientifico Tecnologico". Questi eventi hanno richiamato una media annuale di oltre 3.000 cittadini. Infine, nonostante le sfide poste dalla pandemia di COVID-19, il DFST ha continuato a promuovere la condivisione del sapere attraverso l'organizzazione di workshop e conferenze internazionali. I membri del dipartimento hanno avuto una presenza costante nei comitati scientifici e editoriali, dimostrando ancora una volta il loro impegno per la promozione della ricerca scientifica.

Nel campo della Fisica e delle Scienze della Terra, l'importanza dell'impatto sociale della ricerca non può essere sottovalutata. In questo senso, le attività di ricerca del DFST hanno il potenziale di produrre innovazioni che possono avere un impatto diretto e tangibile sulla società. Ad esempio, la ricerca nel campo delle Scienze della Terra potrà contribuire a migliorare la nostra comprensione dei cambiamenti climatici e ad elaborare strategie più efficaci per la gestione delle risorse naturali. Le ricerche in campo fisico potranno portare a progressi in molti settori, dall'energia all'informatica, dagli smart sensors, dai materiali avanzati alla fisica medica, con un impatto che si estende ben oltre l'ambito accademico. In questo contesto, il DFST può sfruttare la crescente attenzione della società verso la sostenibilità e la resilienza, traducendo la ricerca in soluzioni concrete e pratiche per le sfide che ci attendono nel prossimo triennio. Il potenziamento dei rapporti con le aziende e gli enti di ricerca rappresenta un'opportunità di crescita per il DFST. Questi rapporti non solo possono portare a nuove fonti di finanziamento, ma possono anche permettere al DFST di tradurre le sue ricerche in applicazioni pratiche, ampliando l'impatto del suo lavoro, sviluppare partenariati strategici con il mondo industriale e potenziando i rapporti con enti di ricerca sia a livello nazionale che internazionale.

La salvaguardia della ricerca di base rappresenta un aspetto fondamentale nella vita del DFST. È infatti la ricerca di base che alimenta i progressi scientifici e tecnologici a lungo termine. Pertanto, il DFST deve continuare a sostenere e promuovere lo sviluppo delle conoscenze di base, anche in un contesto in cui la pressione per produrre risultati immediatamente applicabili è in aumento. In questo senso, l'interesse crescente per la fisica e le scienze della terra da parte di organismi di finanziamento a livello nazionale e internazionale rappresenta un'opportunità significativa.

Il DFST di Ferrara opera in un contesto di sfide esogene che potrebbero minacciare la sua capacità di svolgere efficacemente attività di ricerca e didattica. L'aumento dell'inflazione, ad esempio, potrebbe limitare gli investimenti in R&D, rendendo più difficile per il DFST mantenere il suo ritmo di sviluppo. Inoltre, l'instabilità geopolitica potrebbe ostacolare lo sviluppo di collaborazioni internazionali, limitando il raggio d'azione delle ricerche del DFST. Un possibile crisi economica potrà ridurre la disponibilità di investimenti delle aziende in R&D, compromettendo potenziali fonti di finanziamento per la ricerca. Questo, a sua volta, potrebbe influire sulla capacità del DFST di realizzare progetti di ricerca ambiziosi e innovativi.

Inoltre, il calo demografico può avere un impatto negativo sulle iscrizioni ai corsi di laurea del DFST. Con meno studenti disponibili ed una crescente e sempre più differenziata offerta

formativa concorrente, il dipartimento potrebbe affrontare sfide nel mantenere una popolazione studentesca solida e diversificata, che è fondamentale per il suo successo a lungo termine. Infine, l'aumento della competitività nell'offerta formativa degli atenei del nord Italia potrebbe influire sull'attrazione di giovani ricercatori per il dottorato. Per affrontare queste sfide, il DFST deve continuare a sviluppare la sua offerta formativa e a costruire partenariati strategici, sia a livello nazionale che internazionale, incentivando il reclutamento di giovani brillanti e motivati da paesi in via di sviluppo

## **Piano di sviluppo della didattica**

Il DFST ha delineato le linee di sviluppo della didattica, tenendo in considerazione il contesto post-pandemico, le competenze richieste dai diversi indirizzi di ricerca, le indicazioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e le esigenze di nuovi profili professionali da parte delle imprese high tech.

In prima istanza, il DFST intende confermare e, laddove è possibile, potenziare il proprio impegno nell'erogare insegnamenti di servizio nei corsi ad alta numerosità dell'ateneo Ferrarese. Quest'attività è di interesse strategico sia per supportare la continua crescita di iscritti ai corsi di laurea dell'Università di Ferrara, sia per attivare sinergie didattiche e di ricerca con altri dipartimenti.

Per quanto riguarda il Corso di Laurea Triennale in Fisica il DFST ha identificato due assi principali di intervento per il prossimo triennio. In primo luogo, il potenziamento della formazione matematica di base, che si tradurrà nell'introduzione di un modulo di "analisi zero". Questo modulo, finalizzato a consolidare le competenze matematiche fondamentali, è una risposta al ben noto fenomeno del "Learning loss" dovuto al COVID che ha impattato soprattutto nella formazione negli ultimi anni delle scuole superiori. Il secondo asse di intervento riguarda il rinforzo dall'attività didattica nel campo della meccanica quantistica, fondamentale per molteplici corsi successivi nei settori delle particelle, dell'astrofisica e della fisica nucleare e subnucleare. Tale rafforzamento si tradurrà in iniziative di tutoring specifiche e di un incremento delle ore di esercitazioni. Queste iniziative sono dirette a consolidare le conoscenze di base degli studenti che aspirano a continuare con il Master's Degree in Physics.

Il Master's Degree in Physics è un segmento fondamentale nel percorso formativo degli studenti in fisica in quanto, partendo dal background culturale fornito nel corso di Laurea Triennale in Fisica, va a consolidare le competenze in fisica proiettando gli studenti nella scelta di career path che potranno confluire nella scelta di un PhD in Fisica. Per questo motivo il DFST ha riservato a questo percorso formativo un'attenzione particolare, riformando, a partire dal corrente Anno Accademico, attraverso tre linee di intervento: 1) aumentare la flessibilità nella scelta del percorso didattico, 2) rinnovare e riorganizzare i contenuti degli insegnamenti e 3) incrementare l'offerta di formative con nuovi insegnamenti in linea con le richieste formative che arrivano dal mondo della ricerca e dell'industria.

In quest'ottica sono state apportate modifiche all'impianto degli insegnamenti per rendere il percorso formativo più flessibile e personalizzabile, consentendo agli studenti di costruire un percorso didattico coerente con le loro prospettive di carriera. Valorizzando le competenze scientifiche e tecnologiche del DFST, saranno suggeriti diversi career path: fisica delle particelle, astrofisica e cosmologia, fisica teorica, fisica della materia e la fisica applicata. Attraverso l'attivo coinvolgimento dei docenti e dei rappresentanti degli studenti, il DFST mira ad omogeneizzare ed aggiornare i contenuti dei insegnamenti esistenti.

Sono stati attivati nuovi insegnamenti che abbracceranno un ampio spettro di argomenti avanzati. Il corso di "Advanced Data Analysis in High Energy Physics" fornisce agli studenti competenze specializzate per l'analisi dei dati provenienti da esperimenti di fisica particellare, con particolare attenzione al machine learning. "Time Domain Astrophysics" è un insegnamento dedicato ai fenomeni astronomici transitori e variabili, preparando gli studenti alle sfide poste da enormi set di dati multidimensionali. "Advanced Cosmology" si addentra nell'esplorazione dell'universo primordiale, preparando gli studenti a ricerche di frontiera su temi come l'inflazione cosmica e la polarizzazione del CMB. Gli insegnamenti di "Statistica e Modelli" e "Bayesian Inference" forniscono un approfondimento all'inferenza, con applicazioni pratiche ai problemi di stima dei parametri e confronto dei modelli. Infine, "Quantum Computing" introduce i concetti fondamentali della computazione quantistica, preparando gli studenti a sperimentare algoritmi quantistici su hardware specifico. L'insegnamento di "Physics and Astrophysics of Black Holes" mira a fornire agli studenti una

comprensione dei buchi neri e delle loro applicazioni astrofisiche, preparandoli a esplorare le ultime scoperte e le future direzioni di ricerca nell'astrofisica relativistica. Infine, con l'insegnamento "Beyond the surface: exploring the physics of 2D and 3D printing technologies" si intende dotare gli studenti delle competenze per innovare nell'ambito della stampa 2D e 3D, coniugando le conoscenze di fisica di base con le applicazioni.

Per aumentare l'engagement degli studenti con il DFST, gli iscritti ai corsi di laurea triennale e magistrale acquisiranno crediti F partecipando a iniziative di terza missione come la comunicazione, l'orientamento e la divulgazione scientifica e culturale, organizzate dal Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra in collaborazione con l'INFN. L'intento è coinvolgere i giovani in queste attività, magari recependo le loro idee innovative e la loro vitalità.

Il dottorato in Fisica si propone di rappresentare un punto di riferimento per giovani laureati desiderosi di approfondire le proprie conoscenze in vista di un futuro nel settore della, non solo in ambito accademico ma anche in quello industriale e delle tecnologie innovative. Lo spettro delle competenze e delle attività di ricerca è molto vasto e riguarda numerosi aspetti della Fisica, come risulta dalla produzione scientifica dei componenti, e permette ai singoli dottorandi di definire in maniera flessibile ed articolata il proprio percorso di formazione e ricerca. Le tematiche fondamentali del dottorato riguardano la Fisica Fondamentale, sperimentale e teorica, la Fisica Applicata, l'Astrofisica la Cosmologia. Per i possibili progetti di ricerca fondamentale le attività spaziano dalla fisica delle particelle alla fisica della materia, dalla fisica nucleare alla fisica dei sistemi complessi, dalla fisica multimessenger alla fisica dei neutrini. Nell'ambito della Fisica applicata si possono citare, tra le tante, attività di rilievo nell'ambito della Fisica Medica e Sanitaria, delle applicazioni della sensoristica e delle tecnologie nucleari, dello sviluppo di sistemi fotovoltaici innovativi. A queste discipline si affiancano attività di fisica computazionale e applicazioni e sviluppo di tecnologie avanzate di calcolo scientifico, dal big data analytics al quantum computing. Per quanto riguarda il dottorato in Fisica, il DSFT intende consolidare l'attuale forte attitudine al cofinanziamento di borse di studio da parte di enti di ricerca e dell'industria. Sfruttando l'opportunità offerta dal finanziamento aggiuntivo a valer su risorse stanziare dal decreto ministeriale n.117, il dottorato in Fisica mira ad attivare nuovi programmi dedicati ai dottorati innovativi che rispondano ai bisogni di innovazione delle imprese. Queste iniziative metteranno anche a sistema risorse provenienti da collaborazioni esistenti o da attivare con infrastruttura previste dal PNRR come gli "Ecosistemi dell'innovazione", "Partenariati estesi", "Centri Nazionali" e "Cluster tecnologici nazionali". Facendo leva sul network che alimenta le grandi collaborazioni degli esperimenti di fisica delle particelle, di fisica nucleare e subnucleare, dell'astrofisica e della cosmologia, il dottorato in Fisica intende coinvolgere altri partner internazionali per l'attivazione di percorsi di "doppio titolo". Va inoltre evidenziata la forte determinazione da parte del DSFT di mantenere attiva la partecipazione al Dottorato Nazionale in Space Science and Technology, nel cui collegio sono coinvolti tre docenti del Dipartimento.

Per quanto riguarda il Corso di Laurea Triennale in Scienze geologiche, il DFST ha approvato una rimodulazione e un riordino dell'offerta formativa che nel prossimo triennio entrerà a pieno regime attivandosi anche il terzo anno. L'offerta formativa ha considerato le competenze necessarie al ciclo di studio successivo, anche in relazione alle analisi sull'occupazione dei laureati L-34 che mostra come la quasi totalità prosegua gli studi iscrivendosi alla laurea magistrale e ha aggiornato l'offerta inserendo dei corsi attenti alla gestione sostenibile delle georisorse e introducendo competenze, contenuti culturali e scientifici di grande attualità. L'offerta formativa del corso di laurea in Scienze geologiche

mira primariamente ad offrire una solida preparazione di base per affrontare il percorso più professionalizzante/abilitante della laurea di secondo livello ma è comunque progettata per consentire al laureato di primo livello di acquisire quelle competenze per entrare nel mondo del lavoro.

È importante menzionare, sia per i corsi di Fisica che di Scienze Geologiche, l'adesione al Progetto Lauree Scientifiche per il prossimo triennio, approvato dal MIUR nel corso del 2023. Il progetto include 37 corsi di studio in Fisica e 28 di Scienze Geologiche in Italia ed ha lo scopo di supportare iniziative di orientamento in ingresso, in itinere e di formazione insegnanti.

Per quanto riguarda il Corso di Laurea magistrale in Scienze geologiche, Georisorse e Territorio (LM-74) il DFST ha approvato una rimodulazione dell'offerta formativa che tiene della necessità di proporre dei percorsi professionalizzanti adeguati alle sfide che uno sviluppo sostenibile richiede pur senza tralasciare gli aspetti di geologia di base calibrati sulle competenze scientifiche e professionali del corpo docente. È stata costruita un'offerta formativa che prevede tra primo e secondo anno tre insegnamenti obbligatori inerenti alla Geologia applicata, la Geologia stratigrafica e la Geofisica applicata e si struttura in due percorsi all'interno dei quali sono presenti più insegnamenti a scelta vincolata che è possibile inserire in piano di studio per completare la propria formazione in base alle tematiche di interesse. I due percorsi sono "Geoscienze e rischi geologici" e "Georisorse e sostenibilità".

Il primo si prefigge di fornire allo studente le conoscenze scientifiche proprie delle Scienze della Terra e le tecnologie più avanzate per raccogliere, gestire, analizzare ed elaborare le informazioni inerenti i processi geologici per la valutazione, il monitoraggio e la mitigazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni e a quelli indotti dai cambiamenti climatici.

Il secondo percorso consentirà di fornire allo studente conoscenze specialistiche finalizzate alla gestione della transizione energetica e dei processi naturali che portano alla formazione delle georisorse. Il percorso "Georisorse e sostenibilità" prevede la comprensione della genesi delle materie prime con particolare riferimento alle risorse energetiche e della sostenibilità del loro utilizzo anche nell'ottica dei cambiamenti climatici. In questo percorso verranno inoltre analizzati l'impiego sostenibile dei geo-materiali e le possibilità di recupero della qualità ambientale delle aree degradate.

I due percorsi formativi includono tematiche di ricerca di base per la comprensione dei processi evolutivi del sistema Terra anche in relazione ai cambiamenti climatici e forniscono allo studente gli strumenti per accedere al percorso di alta formazione dottorale, tra cui il Corso di Dottorato di Ricerca di Scienze della Terra del Mare (EMAS) attivo a UniFe sulla base di una convenzione internazionale di dottorato congiunto, stipulata tra Università di Ferrara e Università di Cadice (Spagna).

Il dottorato EMAS è finalizzato all'acquisizione di competenze scientifiche altamente qualificate in tutti gli ambiti disciplinari delle Scienze della Terra e del Mare: mineralogico, petrologico, geochimico, paleontologico, geologico-stratigrafico e sedimentologico, geologico strutturale, idrogeologico, geomorfologico, giacimentologico e geofisico che costituiscono competenze integrative anche per le Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura, Chimiche, Fisiche, Tecnologie per la Conservazione ed il Restauro dei Beni Culturali, Ingegneria, Architettura ed Agraria. Le tematiche di ricerca sviluppate in EMAS riguardano principalmente: minerali e analoghi sintetici; genesi dei magmi e dei vulcani; geochimica ambientale e applicazioni all'agricoltura; stratigrafia e le associazioni di facies sedimentarie con applicazioni per la geologia degli idrocarburi e degli acquiferi; paleobiologia degli ecosistemi marini e variazioni climatiche e paleobiogeografiche; meccanica delle rocce e deformazioni tettoniche; geologia dei terremoti; stabilità dei

versanti, dinamica di corsi d'acqua e delle coste; applicazioni dei metodi geofisici; oceanografia-fisica e geologia marina. Queste tematiche sono anche finalizzate alla valutazione della pericolosità dei fenomeni naturali ed antropici (frane, alluvioni, erosione costiera, eventi sismici). EMAS fornisce conoscenze e competenze che sono di rilevante interesse sia per la ricerca di base che per quella applicata. Il dottorato EMAS tratta argomenti che ricadono nel PNRR Grande Ambito di “Sicurezza per i sistemi sociali-5.3” e in particolare nell'area “Sicurezza dei sistemi naturali”. Vi è rilevanza anche per il PNR ambito “Clima, energia, mobilità sostenibile-5.5” e in particolare per l'area 5.5.2 “Cambiamento climatico, mitigazione e adattamento”, dove gli ecosistemi sono visti come un'opzione di mitigazione sostenibile. Infine, il tema di ricerca proposto rientra nelle priorità della Commissione Europea nel contesto dell'European Green Deal (EGD), che menziona specificamente il perseguimento di soluzioni basate sulla natura per aumentare la resilienza e la prevenzione. Il dottorato di ricerca EMAS è anche perfettamente coerente con le tematiche del PNRR Missione 4, componente 2 “Dalla Ricerca all'Impresa” – Investimento 3.3 in quanto risponde al fabbisogno di innovazione avvertito dalle aziende di settore a livello internazionale. Il dottorato EMAS in passato ha beneficiato di forti legami con aziende private ed enti pubblici quali l'Istituto Idrografico della Marina Militare e la Regione Emilia-Romagna tramite accesso ai bandi POR FSE 2014/2020 Obiettivo tematico 10 e PR FSE+ 2021/2027 Priorità 2. Istruzione e Formazione – Obiettivo specifico “e”. Negli ultimi due cicli ha inoltre ricevuto supporto tramite borse finanziate dal PNRR sulle tematiche di attinenza ai dottorati nazionali (ex-DM351) e cofinanziate dalle aziende (DM-117).

Infine, il DFST rinnova il proprio interesse in un possibile nuovo corso di laurea professionalizzante in Scienza dei Materiali, già inserito nel Piano Strategico di Ateneo. Questa iniziativa sfrutterebbe competenze distribuite nei vari dipartimenti (Fisica e Scienze della Terra, Ingegneria, Chimica e Scienze Farmaceutiche, SVEB) ed andrebbe a rispondere alle esigenze del tessuto industriale regionale e nazionale, ricco di PMI interessate all'applicazione dei nuovi materiali e delle tecniche di caratterizzazione. Il corso mira a formare laureati in grado di integrarsi nel settore industriale, contribuendo ad ampliare l'offerta didattica dell'Ateneo. L'ipotesi prevede un percorso coordinato dal DFST, già attivo nella ricerca in Scienza dei Materiali, oppure un percorso interdipartimentale, che beneficerebbe dell'expertise distribuita nell'intero Ateneo.

Il DFST partecipa all'istituzione dei recentemente attivati percorsi formativi abilitanti “60 CFU” per l'insegnamento nella scuola secondaria inferiore e superiore. In particolare, il DFST partecipa ai percorsi A027 – MATEMATICA E FISICA, A028 – MATEMATICA E SCIENZE, A050 – SCIENZE NAT, CHIM E BIOLOGIA.

## **Piano di sviluppo della ricerca e della terza missione**

### **Piano di sviluppo della ricerca in area fisica**

Per quanto riguarda l'area Fisica, il DFST ha ricco piano di sviluppo scientifico e tecnologico che si articolerà nelle seguenti linee di ricerca.

#### *- Fisica particellare.*

Il DFST ospita un consolidato gruppo di ricerca dedicato alla fisica delle particelle elementari. L'obiettivo principale di questo gruppo è lo studio delle interazioni dei costituenti fondamentali della materia attraverso esperimenti con acceleratori di particelle. Attualmente, le ricerche si concentrano sulla comprensione approfondita del Modello Standard e sulla ricerca di nuovi fenomeni che possano superare le sue previsioni, come lo studio dell'asimmetria materia-antimateria e la ricerca di possibili candidati di materia oscura. Il DFST intende valorizzare, potenziare e ampliare queste linee di ricerca, capitalizzando il ricco know-how acquisito. Ciò include la significativa partecipazione a importanti esperimenti internazionali, come LHCb presso l'acceleratore LHC del CERN e DUNE presso il FermiLab, il cui piano di sviluppo prevede lo studio della fisica dei neutrini e dei loro parametri ancora sconosciuti. Queste attività comprenderanno la realizzazione di setup sperimentali, l'elettronica di lettura e la caratterizzazione di innovativi fotorivelatori da utilizzare sia in condizioni criogeniche che in ambienti con elevati livelli di radiazioni, oltre allo sviluppo di nuove tecnologie di calcolo per la simulazione e l'analisi della ingentissima quantità di dati che verrà acquisita. Il DFST mira a consolidare la sua eccellenza nella fisica delle particelle, anche attraverso il coinvolgimento in esperimenti come BESIII (Pechino), che svolge ricerche sulla spettroscopia adronica e la fisica esotica, e nello studio della misura del momento di dipolo elettrico del protone fatta in anelli di accumulazione. Il DFST presenta una consolidata e riconosciuta esperienza a livello internazionale nella fisica dello spin e delle tecnologie di polarizzazione. In tale ambito, il DFST riveste ruoli di leadership in dedicati esperimenti in laboratori europei (CERN) e americani (JLAB, BNL).

#### *- Astrofisica e cosmologia*

Le ricerche nel campo dell'astrofisica e della cosmologia presso il DFST stanno progredendo su diverse linee di sviluppo. Una delle principali attività è focalizzata sullo sviluppo di sensori di raggi X e gamma con un sistema di focalizzazione presso la struttura LARIX (LARge Italian X-ray facility). Questo settore sarà potenziato e ampliato, con l'obiettivo di attrarre giovani talentuosi ricercatori da tutto il mondo. Inoltre, la partecipazione di alcuni team del DFST a importanti missioni spaziali internazionali arricchirà ulteriormente le ricerche in astrofisica e cosmologia. Euclid, una missione ESA, fornirà dati sulla forma e la distribuzione delle galassie e degli ammassi di galassie, e permetterà ai team ferraresi di contribuire alla comprensione dell'espansione accelerata dell'universo, dell'energia oscura, della materia oscura e della gravità. Alcuni ricercatori del DFST stanno contribuendo alla missione spaziale LiteBIRD, che si concentrerà sull'universo primordiale e l'inflazione cosmica, cercando signature di onde gravitazionali primordiali. Infine, la partecipazione all'esperimento LSPE permetterà al DFST di dare il proprio contributo alla misurazione della polarizzazione del fondo cosmico a microonde su larga scala.

#### *- Fisica teorica*

Il piano di sviluppo della ricerca nel campo teorico presso il DFST mira a consolidare le attività che nell'ultimo decennio hanno permesso di spiegare risultati sperimentali che hanno aperto nuove prospettive nella fisica. In particolare, sono attive diverse iniziative specifiche, con collaborazioni sia nazionali che internazionali, che coprono un'ampia gamma di argomenti nell'astrofisica, cosmologia e fisica medica. Queste includono lo studio dell'Universo primordiale, la materia e l'energia oscura, le proprietà delle particelle elementari e le teorie alternative della gravità. In prospettiva verranno utilizzate osservazioni

provenienti da diverse missioni spaziali per potenziare ricerche nel campo della fisica delle stelle di neutroni e la formazione di materia strana. Si intende potenziare un altro importante settore di ricerca riguardante la teoria delle particelle e l'astrofisica teorica, con un focus su fenomeni come i neutrini, la materia oscura, le sorgenti astrofisiche di radiazione, la cosmologia e la connessione con la fisica delle particelle. Queste attività saranno sostenute da una rete di collaborazioni, visite reciproche e scambi di studenti, nonché dall'organizzazione di eventi scientifici congiunti e iniziative di divulgazione.

#### *- Fisica dello stato solido*

Le attuali linee di ricerca sono rivolte alla i) progettazione e realizzazione di dispositivi basati su materiali semiconduttori, per applicazioni nell'ambito della sensoristica di gas e della conversione fotovoltaica, ii) interazioni coerenti orientazionali per la manipolazione delle traiettorie di particelle ultrarelativistiche, iii) allo studio e caratterizzazione di sistemi magnetici nanostrutturati, in forma di film sottili, di nanoparticelle e di nanocompositi e iv) allo studio teorico di onde di spin in nanostrutture. Tali attività si svolgono grazie a laboratori altamente specializzati su sensori di gas a stato solido, microlavorazione del silicio, sistemi fotovoltaici, produzione e caratterizzazione di materiali magnetici ed a sistemi di calcolo. Nel triennio, le linee di ricerca saranno potenziate ed ampliate. Verranno sviluppate ricerche su Organoidi e Metal-Organic Frameworks (MOF), che richiedono l'utilizzo di nuove attrezzature per lo studio di colture cellulari 3D e per la caratterizzazione delle proprietà magnetiche. Questo consentirà di sviluppare tecnologie più avanzate per l'identificazione precoce di patologie tumorali e per lo screening di biomarcatori. Gli studi delle interazioni coerenti in cristalli verteranno sull'applicazione in macchine acceleratrici di alte energie o come calorimetri ad alta efficienza. Nell'ambito del nanomagnetismo, si svolgeranno nuovi studi su materiali magnetici ibridi biocompatibili – ottenuti accoppiando elementi magnetici nanostrutturati con biopolimeri – per applicazioni nell'ambito della medicina rigenerativa e della sensoristica di deformazioni. Verranno inoltre approfonditi teoricamente gli effetti della struttura 3D dei materiali nanostrutturati sulle proprietà delle onde di spin e di altre eccitazioni.

#### *- Fisica applicata alla salute, ambiente ed energia*

Il DFST è impegnato nello sviluppo di ricerche nel campo della fisica applicata alla medica, all'ambientale ed all'energia. Nella fisica medica, l'obiettivo è sviluppare una nuova generazione di sensori di raggi X ad altissima risoluzione spaziale e temporale, utilizzando la tecnica della Edge Illumination (EI) in combinazione con rivelatori SiPM a conversione diretta di raggi X e il rivelatore Timepix4. Questi avanzamenti permetteranno di migliorare la diagnostica medica e le tecniche di caratterizzazione dei tessuti. Nella fisica ambientale, il DFST si concentra sul monitoraggio remoto e prossimale utilizzando droni, velivoli sperimentali e software di analisi basati sull'intelligenza artificiale. L'obiettivo è sviluppare sensori a medio-alto livello di maturità tecnologica (TRL 5-7) per la gestione delle acque, dei suoli e dell'agricoltura di precisione. Questi dispositivi combineranno spettroscopia gamma di prossimità con dispositivi agrometeorologici per ottimizzare l'uso delle risorse idriche e fornire dati affidabili per la gestione degli ecosistemi. Nel campo dell'energia, il DFST si propone di sviluppare sistemi energeticamente autonomi con funzionalità di sensing, energy harvesting e comunicazione wireless a basso consumo. Ciò include l'integrazione di tecnologie fotovoltaiche ad alta efficienza, nanotecnologie per micro-batterie al litio con battery management system integrato e supercondensatori.

### **Strategie per lo sviluppo della ricerca e della terza missione per l'area fisica**

Il DFST ha delineato un piano strategico articolato per il suo piano di sviluppo nell'ambito dell'area fisica. Puntando sulla sua vivacità scientifica ed al conseguente aumento della visibilità delle sue ricerche, il DFST intende attrarre finanziamenti da fonti esterne, come la Comunità europea, le agenzie spaziali (ASI e ESA) e gli enti di ricerca nazionali (INFN,

INAF, CNR). Mediante la promozione di progetti di ricerca innovativi e di qualità, il DFST aspira a diventare un punto di riferimento per la comunità scientifica nazionale e internazionale.

Per raggiungere questi obiettivi, il DFST prevede di adottare diverse strategie. Innanzitutto, si intende sostenere finanziariamente i piccoli gruppi di ricerca in fase di start-up attraverso il Bando per il finanziamento della Ricerca Scientifica dell'Università di Ferrara, con particolare attenzione ai giovani ricercatori. Questa iniziativa permetterà di promuovere nuove linee di ricerca e stimolare la formazione di nuovi talenti nel campo scientifico.

Inoltre, il DFST si propone di potenziare l'officina meccanica, aumentando il personale tecnico dedicato a supportare le attività di ricerca. Questo investimento consentirà di migliorare l'efficienza delle operazioni e di garantire la disponibilità di attrezzature all'avanguardia per gli esperimenti scientifici condotti presso il DFST.

Per garantire un supporto trasversale a tutti i gruppi di ricerca, il DFST sfrutterà anche il "bando per le grandi attrezzature" dell'Università di Ferrara. Questo permetterà di accedere a risorse finanziarie significative per l'acquisizione di attrezzature di punta necessarie per lo sviluppo delle ricerche condotte presso il DFST.

Il DFST ritiene strategico promuovere iniziative di divulgazione scientifica verso la popolazione. Attraverso eventi come "I Venerdì dell'Universo" e "Porte Aperte al Polo Scientifico Tecnologico", si avrà l'opportunità di coinvolgere e sensibilizzare il pubblico sulla ricerca scientifica condotta presso il DFST, creando così una maggiore consapevolezza e apprezzamento per l'importanza della scienza e della tecnologia.

#### **Obiettivi dello sviluppo della ricerca e della terza missione per l'area fisica**

Il DFST ha stabilito importanti obiettivi per il suo piano di sviluppo. Innanzitutto, si mira ad incrementare ulteriormente le performance già eccellenti in termini di qualità e quantità delle pubblicazioni scientifiche. Per raggiungere questo obiettivo, il DFST punta a consolidare il suo network di collaborazioni internazionali, attrarre giovani ricercatori da tutto il mondo ed essere protagonista in importanti esperimenti internazionali. Inoltre, il DFST mira a potenziare la produzione di brevetti come conseguenza delle attività di sviluppo ad alto Technology Readiness Level (TRL). Per diffondere i risultati scientifici ottenuti dalle grandi collaborazioni internazionali, il DFST si impegna a potenziare la comunicazione e la divulgazione dei risultati attraverso i media locali, regionali e nazionali. Questo consentirà di aumentare la visibilità del DFST e dei suoi successi scientifici, contribuendo a consolidare la sua reputazione come centro di eccellenza nella ricerca scientifica.

#### **Piano di sviluppo della ricerca in area Scienze della Terra**

##### *- Paleontologia e paleoecologia*

Quest'area di ricerca si occupa dell'evoluzione degli ecosistemi marini del Fanerozoico analizzando le biodiversità delle paleocomunità fossili e le loro relazioni con i cambiamenti climatici e paleogeografici globali. Alcuni temi di ricerca si focalizzano sugli eventi globali avvenuti durante l'estinzione di massa della fine del Permiano, la più severa estinzione del Fanerozoico, che cambiò le linee evolutive di molti gruppi di invertebrati marini, e sul successivo recupero biologico nel Triassico. I gruppi tassonomici analizzati sono principalmente i molluschi ed i brachiopodi. Un altro tema di ricerca riguarda le radiazioni adattative dei grandi bivalvi del Giurassico caratterizzati da gusci aberranti, rappresentanti un adattamento secondario a substrati soffici. Questa ricerca analizza gli aspetti funzionali, microstrutturali e sinecologici di questi grandi bivalvi e le relative comunità bentoniche. Il Cretaceo ed il Cenozoico sono intervalli temporali estremamente dinamici per i cambiamenti evolutivi e climatici evidenziati da numerosi episodi globali di riscaldamento. La ricerca sulle variazioni tassonomiche e d'abbondanza nelle associazioni a foraminiferi planctonici, che hanno avuto un importante ruolo nella produzione carbonatica, ha lo scopo di ricostruire i cambiamenti paleoceanografici durante le principali variazioni climatiche. Inoltre, la

prospettiva geologica a lungo termine rispetto le osservazioni sugli ecosistemi recenti, consente di valutare le possibili influenze degli episodi di riscaldamento globale sull'evoluzione e di stimare la resilienza dei foraminiferi planctonici attraverso tali episodi considerabili come analoghi dell'attuale cambiamento climatico. L'analisi paleoecologiche delle associazioni a macroforaminiferi ed alghe calcaree fornisce modellizzazioni paleoambientali di successioni sedimentarie carbonatiche e miste silicoclastico-carbonatiche del Cenozoico. Questi studi riguardano la tassonomia delle componenti dominanti bentoniche e le relative icnocenosi inquadrata nei vari aspetti paleogeografici del Cenozoico. Si studiano inoltre le associazioni moderne ad alghe calcaree per poter decifrare le complesse relazioni fra associazioni bentoniche ed ambiente.

- *Geologia stratigrafica e sedimentologica*

Questa linea di ricerca comprende vari aspetti geologici connessi ai moderni ambienti sedimentari e ai loro analoghi fossili, con particolare attenzione alla sedimentologia, alla stratigrafia e alla loro rappresentazione cartografica. Le ricerche riguardano principalmente lo studio dei margini continentali e la loro evoluzione tettonica, sedimentaria e stratigrafica durante il Meso-Cenozoico, con particolare attenzione al Triassico, al Cretaceo e al Neogene. Le ricerche si riferiscono principalmente all'evoluzione e alla caratterizzazione fisica delle piattaforme carbonatiche del Mesozoico e Cenozoico dell'area circummediterranea (Triassico del Sudalpino; Giurassico, Cretaceo e Cenozoico dell'Italia e della Spagna) e le piattaforme cenozoiche dell'area dei Caraibi e le successioni deposizionali mesozoiche del Nord Africa e dell'Africa orientale e della piattaforma araba. Altri studi stratigrafici riguardano la stratigrafia sequenziale e la risposta dei sistemi carbonatici, silicoclastici e misti alle variazioni relative del livello del mare; ugualmente promettenti sono gli studi di ricostruzione paleoclimatica in particolare del Triassico della Tetide e del Cretaceo attraverso stratigrafia isotopica e analisi di facies. Grande attenzione al rilevamento geologico, in particolare al Progetto CARG, che vede il DFST coinvolto nel rilevamento di diversi fogli geologici e alle problematiche nomenclaturali nella classificazione litostratigrafica. Nuovi indirizzi di ricerca che ricadono nelle linee del PNRR riguardano lo studio di reservoirs carbonatici come possibili siti di stoccaggio di CO<sub>2</sub> utilizzando un approccio sedimentologico stratigrafico combinato con analisi diagenetiche, petrofisiche e di tomografia computerizzata.

- *Mineralogia, cristallografia e cristallochimica applicate*

Questa linea di ricerca riguarda i più recenti sviluppi sperimentali e metodologici nel campo della mineralogia e della cristallografia. Tra questi, la cristallochimica di minerali costituenti le rocce presenta implicazioni stratigrafiche, petrologiche e geofisiche di grande rilievo. L'analisi strutturale in condizioni non ambientali permette di identificare le proprietà cristallochimiche, fisiche e termodinamiche dei minerali alle condizioni di cristallizzazione, unitamente agli equilibri di fase responsabili di processi profondi. Tematiche della mineralogia applicata sono: i) la caratterizzazione chimico-fisica dei geomateriali e dei loro analoghi sintetici (amianto, materiali ceramici, geopolimeri, cementi, matrici per rifiuti nucleari, materiali per l'isolamento termico e il risparmio energetico in edilizia; ii) lo sviluppo di materiali microporosi naturali e sintetici, per l'immagazzinamento di energia, per il trattamento ed il recupero delle risorse idriche; iii) lo studio della conservazione del patrimonio culturale e ambientale; iv) lo studio dei processi di produzione industriale (ad esempio nella catalisi eterogenea); v) la caratterizzazione di gemme naturali e prodotti di sintesi; vi) la valorizzazione dei rifiuti da demolizione (CDW) con lo sviluppo di tecnologie sostenibili per il riciclo. Uno sviluppo previsto in questa linea di ricerca riguarda l'analisi e l'utilizzo di minerali come indicatori paleoambientali e paleoclimatici di eventi sedimentari recenti e del passato, soprattutto in ambiente lacustre e marino, laddove la continuità sedimentaria e i processi mineralogici che avvengono all'interno di questi corpi sono sensibili ai cambiamenti climatici e/o ad interventi umani nei bacini ad essi collegati. Essa si

svilupperà inoltre verso lo studio di minerali per la cattura e stoccaggio del biossido di carbonio e il loro ruolo nella possibile mitigazione del riscaldamento globale. È previsto il potenziamento delle ricerche sulla valorizzazione dei CDW all'interno dei progetti PRIN2022 "Rubble-to-Resource (RUB2RES): Earth science knowledge for sorting and recycling Construction and Demolition Waste" e "ATOMA - cernita AuTOMatizzata MAcerie riciclate" recentemente finanziati dal MUR e dal MASE (ex-MITE), rispettivamente, in cui il DFST è capofila così come la costituzione di un network di aziende ed istituzioni anche estere al fine della progettazione europea.

#### - *Petrologia e petrografia applicata*

Grazie all'uso dei più innovativi e tecnologicamente avanzati strumenti per l'analisi di roccia totale e *in situ* di elementi ed isotopi, questa linea di ricerca è volta allo sviluppo di: i) geni dei magmi e loro evoluzione anche in relazione al vulcanismo e al rischio vulcanico; ii) caratteristiche petrologiche, geochimiche e geofisiche del mantello terrestre; iii) sorgenti dei magmi e processi petrologici in relazione ai vari ambienti geodinamici; iv) prospezione petrologica e geochimica delle principali georisorse impiegate in ambito tecnologico, industriale e culturale e loro caratterizzazione chimico-fisica; v) caratterizzazione petrografica e geochimica dei materiali geologici di interesse industriale; vi) petroarcheometria volta allo studio archeologico e preservativo dei materiali litoidi e delle pietre e valutazione del degrado; g) giacimenti minerari e loro origine, impatto ambientale dello sfruttamento ed uso delle risorse: giacimenti naturali e minerali industriali.

#### - *Geochimica ambientale*

Questa tematica utilizza metodiche innovative per l'analisi geochimica degli elementi maggiori ed in traccia e per analisi isotopiche che vengono effettuate su rocce, sedimenti, suoli, acque e aria. Tali parametri rappresentano uno strumento utile per comprendere potenziali variazioni ambientali. La linea di ricerca fornisce utili conoscenze per valutare l'impatto di attività antropiche sull'ambiente, quali l'inquinamento dovuto a reflui civili, industriali, agricoli e zootecnici sia in ambito continentale che marino. L'analisi dei terreni e delle acque consente inoltre di tracciare la filiera agro-alimentare fornendo uno strumento per individuare la provenienza delle piante e dei relativi prodotti agricoli, risultando utile per la difesa dei prodotti alimentari da frodi e mistificazioni. La linea di ricerca ha sviluppato studi innovativi inerenti a: i) la risposta delle piante alla loro coltivazione su terreni a diversa composizione chimica; ii) l'effetto naturale ed antropico del rilascio di gas serra e il loro ripercuotersi su problematiche ambientali; iii) lo studio dei metalli pesanti in sedimenti e suoli, anche in aree minerarie (attive o abbandonate); iv) prospezione geochimica per il reperimento di materie prime e per la produzione di carte tematiche; v) studio della composizione dei gas atmosferici e delle particelle aereo-disperse; vi) studi di geoterritorialità volti a difendere prodotti e marchi di pregio.

#### - *Geologia applicata e geomorfologia*

Le linee di ricerca sviluppate nell'ambito della Geologia Applicata e della Geomorfologia riguardano lo studio dei processi morfodinamici della geosfera in relazione sia ai cambiamenti climatici, a scala globale e locale, che agli effetti indotti dall'azione antropogenica. In particolare, la ricerca include la stabilità dei versanti, la modellazione idrogeologica, la dinamica fluviale e la previsione climatica in un'ottica di interdisciplinarietà finalizzata ad una migliore pianificazione, uso e gestione del territorio e ad una riduzione dei rischi geomorfologici ed idrogeologici associati. La ricerca si avvale di metodi e tecniche di analisi quali la fotointerpretazione, il telerilevamento, i rilievi geomorfologici di terreno, anche con l'uso dei sistemi informativi territoriali, la modellazione numerica e le analisi di laboratorio. L'attività di ricerca sulla stabilità dei versanti affronta temi quali i fattori condizionanti e di innesco a diversa scala temporale, la caratterizzazione geologico-tecnica e geomorfologica, la prospezione geognostica, il monitoraggio in sito e da remoto, la modellistica numerica, e la mitigazione, anche in siti con alta valenza ambientale e culturale.

In ambito di bacino fluviale, la ricerca è rivolta alla caratterizzazione geologico-tecnica dei materiali arginali interessati da fenomeni di filtrazione, anche indotti dall'attività di animali fossatori. In tale ambito verranno sperimentate e validate nuove tecniche di indagine da utilizzare a supporto ed integrazione delle convenzionali indagini geognostiche dirette ed indirette. La linea di ricerca riguardante la dinamica e gestione della fascia costiera comprende gli aspetti geomorfologici ed oceanografici dello studio dei processi costieri e delle implicazioni dell'evoluzione della fascia costiera sulle attività antropiche. Particolarmente rilevante è l'applicazione di tecniche di telerilevamento e modellistica numerica agli studi oceanografici e al loro rapporto con l'ambiente naturale marino. Il tema di ricerca comprende campi come lo studio dell'evoluzione geomorfologica della fascia costiera, delle tendenze nell'evoluzione della linea di riva, i rischi costieri, la quantificazione e la modellazione dei processi di erosione, trasporto e sedimentazione, prodotti sia dall'azione delle onde che dall'azione del vento. Altre attività includono la mappatura degli ambienti delle zone litorali, delle opere di difesa, la modellazione dell'inquinamento delle coste. Tali studi trovano importanti applicazioni nella pianificazione, nelle valutazioni dei rischi e dell'impatto di una vasta gamma di attività umane nelle zone costiere, come il turismo, le trivellazioni offshore, l'acquacoltura in mare aperto, ecc. Un aspetto importante di questa linea di ricerca è quello concernente le analisi di strategie sociopolitiche in supporto ad una corretta gestione integrata, combinando i dati sulla dinamica fisica con gli aspetti socioeconomici per un corretto utilizzo delle risorse costiere. Un altro aspetto fondamentale è la ricostruzione degli impatti storici di eventi estremi e la previsione di scenari futuri indotti dai cambiamenti climatici. Lo studio della dinamica costiera svolge infine un ruolo fondamentale per la conservazione e la gestione del patrimonio archeologico sui fondali.

- *Idrogeologia e geotermia*

Tali tematiche rientrano in una ricerca sostenibile, innovativa e inclusiva, orientata a generare modelli virtuosi di crescita e sviluppo in sinergia anche con soggetti pubblici e privati. Le cogenti problematiche legate ai cambiamenti climatici globali, agli eventi climatici estremi (es. siccità, alluvioni) e la crescente pressione antropica sul territorio, sono intrinsecamente legate alla ricerca idrogeologica svolta all'interno del DFST, spaziando dalla definizione avanzata delle caratteristiche geometriche e idrauliche degli acquiferi che si sviluppano nei depositi alluvionali della Pianura Padana, anche in relazione alla cartografia geologica del progetto CARG in corso, all'individuazione dei rapporti idraulici, chimici e isotopici tra le acque superficiali e sotterranee, alla valutazione della vulnerabilità degli acquiferi; alle modalità di propagazione degli inquinanti nel sottosuolo anche mediante l'applicazione di tecniche di analisi geostatistica dei dati e modellazione numerica con particolare interesse agli acquiferi costieri e all'intrusione del cuneo salino, alla vulnerabilità degli acquiferi in aree urbane e rurali caratterizzate da intense attività agricole fino alla bonifica di siti contaminati. Negli ultimi anni, anche in virtù della presenza nel DFST di uno spin-off su tematiche geotermiche a bassa entalpia, la ricerca in tale ambito comprende misure sia *in situ* (TRT test) che in laboratorio (GeoTh laboratory) per la definizione delle caratteristiche termofisiche del sottosuolo. Viene adottato un approccio olistico per la valutazione della propagazione del calore in condizioni sature e insature, la mappatura della capacità termica del sottosuolo, le modalità di accumulo del calore nel sottosuolo, la coltivazione delle risorse idrotermiche e la valutazione della sostenibilità ambientale anche mediante tecniche di modellazione numerica. I risultati delle diverse ricerche in corso hanno contribuito e contribuiranno i) alla riduzione della dipendenza energetica da fonti fossili con la produzione di energia rinnovabile, sicura e continua; ii) alla riduzione della CO<sub>2</sub> e dei microinquinanti in atmosfera; iii) al riutilizzo del calore di scarto nel settore abitativo e nelle attività produttive (industriale, agricola, zootecnica, ecc.) contribuendo a grande scala alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici. Per le numerose implicazioni non

solo in termini di ricerca, ma anche in relazione alle tematiche sopra elencate, si auspica che nuove risorse di personale possano colmare l'attuale vuoto di personale docente incardinato in questo ambito di ricerca.

- *Geofisica applicata*

Questa linea di ricerca si occupa dello studio e dell'applicazione di metodi geofisici per la caratterizzazione ed il monitoraggio nei campi dell'ingegneria, ambientale, geologia e archeologia a diverse scale di osservazione dal laboratorio alla scala di campo (superficiale e profonda). I metodi geofisici studiati spaziano da quelli elettrici ed elettromagnetici a quelli magnetici e sismici con applicazioni di tipo multidisciplinare. La linea di ricerca ha sviluppato principalmente studi innovativi con: i) applicazioni all'ingegneria strutturale ((infrastrutture edili in c.a., ponti, gallerie, cavità sotterranee, strade, murature, sotto servizi, ecc.); ii) applicazioni geologiche (sistemi di faglie attive e strutture geologiche complesse); iii) applicazioni idrogeologiche (acque del sottosuolo e superficiale in contesti fluviali e costieri per l'interazione con l'intrusione salina; monitoraggio di argini fluviali; siti contaminati e discariche); iv) applicazioni archeologiche e beni monumentali (strutture archeologiche sepolte in contesti di pianura e montagna, manufatti e edifici di valore storico-culturale); v) applicazioni nel settore agro-alimentare (salinizzazione dei suoli e umidità dei terreni). La linea di ricerca sviluppa ed integra test sperimentali in laboratorio con indagini del terreno coniugati con lo sviluppo di procedure di elaborazione dati e nuove metodologie esplorative adattabili alle diverse condizioni di applicazione. Le attività sono supportate da una rete di collaborazioni con enti di ricerca nazionali e aziende private.

- *Tettonica e geologia dei terremoti.*

Questa tematica sviluppa sia ricerche di base che applicate focalizzando l'attenzione sui campi di sforzo crostali sia passati che presenti e le relative strutture deformative e tettoniche. Le indagini si basano principalmente su rilievi di campagna ed attività di laboratorio applicando anche metodi geofisici (sismici, elettrici, elettromagnetici, gravimetrici) e la modellazione. Fra i principali argomenti di ricerca vi sono i) lo studio delle diverse sorgenti sismogeniche e la loro caratterizzazione sismotettonica in termini geometrici, cinematici, cronologici e dinamici; ii) le ricostruzioni 3D dalla scala metrica a quella chilometrica ricavate in funzione delle necessità e degli scopi specifici; iii) la caratterizzazione dei parametri fisici del sottosuolo per stimare l'insorgenza di effetti di sito e studi di microzonazione sismica; iv) la ricostruzione dell'evoluzione temporale dei campi di sforzo e di deformazione in volumi crostali; v) valutazioni di pericolosità sismica per la mitigazione del rischio. La tematica di ricerca utilizza soprattutto un approccio multidisciplinare basato, fra l'altro, su indagini morfotettoniche, paleosismologiche, oltre che diverse tecniche di geofisica applicata, telerilevamento, rilevamento geologico e strutturale. Un altro settore di ricerca in continuo sviluppo è legato allo studio della sismicità potenzialmente indotta da attività antropiche nel sottosuolo e il suo monitoraggio.

### **Strategie per lo sviluppo della ricerca e della terza missione per l'area Scienze della Terra**

Come già richiamato, l'area Scienze della Terra del DFST ha beneficiato nel quinquennio 2018-2022 di una ampia parte del finanziamento di oltre 7 mln di euro dal fondo previsto dalla legge di Bilancio 2017 per i "Dipartimenti di Eccellenza", attribuito al DFST grazie alla posizione con ISPD=100 dell'area 04, e del progetto presentato, valutato al primo posto nella graduatoria finale dei cinque dipartimenti finanziati in area Scienze della Terra. La strategia di sviluppo dell'area 04 intende proseguire il piano strategico delineato nel progetto di eccellenza. Saranno altresì mantenute e sviluppate le collaborazioni scientifiche in corso con enti di ricerca nazionali (INGV, OGS, CNR, ecc.), il Ministero dell'Ambiente, l'ISPRA, la RER e ARP Ae, ... per continuare ad attrarre fondi su progetti innovativi volendo diventare un punto di riferimento su diverse tematiche.

Innanzitutto, ci si prefigge di poter valorizzare il parco di strumentazione scientifica arricchito proprio grazie al finanziamento del 2018-2022. Questo agendo su diversi fronti principali: da un lato l'attrazione di ricercatori dall'Italia e dall'estero per lo sviluppo di collaborazioni ad alto impatto scientifico e la partecipazione a progetti di ricerca nazionali e internazionali, dall'altro la possibilità di mettere a disposizione le potenti ed avanzate capacità analitiche dei laboratori di area 04 a realtà industriali e istituzioni private.

Cruciale ai fini della valorizzazione e del mantenimento del patrimonio di infrastrutture per la ricerca acquisito dall'area Scienze della Terra del DFST sarà il reclutamento di personale tecnico da destinare alla gestione delle strumentazioni complesse. È atteso che tale investimento si possa ripagare nel giro di pochi anni grazie a ricerche commissionate da privati o ad enti pubblici.

Il ripristino del personale tecnico ai fini dell'effettiva valorizzazione del patrimonio strumentale permetterà anche di migliorare ulteriormente la visibilità degli scienziati della Terra del DFST nei network internazionali anche al fine di aumentare la capacità di attrarre fondi da bando competitivi europei.

Come strategia condivisa con l'area fisica anche per le Scienze della Terra, il DFST intende utilizzare finanziamento della ricerca scientifica dell'Università di Ferrara tramite apposito bando dipartimentale come un volano per sostenere ricerche molto innovative, e pertanto non finanziate in altri canali, laddove possibile di giovani ricercatori.

Comune all'area fisica è anche per l'area Scienze della Terra l'intenzione di sfruttare il "bando per le grandi attrezzature" dell'Università di Ferrara che permetterà di rendere ancora più competitiva la disponibilità delle attrezzature all'avanguardia necessarie per lo sviluppo delle ricerche condotte presso il DFST.

Sempre in totale sinergia con l'area fisica, i ricercatori dell'area 04 del DFST si renderanno disponibili a partecipare a tutte le iniziative di divulgazione scientifica verso la popolazione con tutti gli eventi già ricordati oltre che *living labs*. Ci si prefigge quindi di dare espressione alle grandi potenzialità delle Scienze della Terra di coinvolgimento e sensibilizzazione del pubblico su temi che dalla ricerca scientifica passano alla salvaguardia del territorio, la corretta valutazione e gestione dei rischi naturali, lo sviluppo di tecnologie sostenibili nei comparti industriali ed economico, le risorse rinnovabili, ecc.

### **Obiettivi dello sviluppo della ricerca e della terza missione per l'area Scienze della Terra**

Anche per l'area 04 il DFST ha stabilito importanti obiettivi per il suo piano di sviluppo sempre mirati ad incrementare le performance già eccellenti in termini di qualità e quantità delle pubblicazioni scientifiche. Le strategie che il DFST intende adottare per raggiungere l'obiettivo sono per ampia parte coincidenti con quelle già descritte per l'area fisica (consolidamento del network di collaborazioni internazionali, attrazione di giovani ricercatori). Si intende inoltre potenziare i rapporti con aziende per centrare diversi obiettivi: da un lato il trasferimento tecnologico di soluzioni sviluppate ad esempio nel campo della geofisica applicata, della mineralogia applicata, della geotermia, ecc., dall'altro consolidare il network sia ai fini della preparazione di progetti in risposta a bandi nazionali ed internazionali che per la progettazione di corsi *post lauream* (ad esempio master). Analogamente a quanto sopra descritto per l'area fisica il DFST intende potenziare la comunicazione e la divulgazione dei risultati attraverso i media locali, regionali, nazionali ed internazionali al fine di diffondere i risultati scientifici ottenuti, aumentando pertanto anche per l'area 04 la visibilità e la reputazione del DFST come centro di eccellenza.

Le aree hanno cooperato, rispondendo al bando di Ateneo per nuove iniziative di public engagement, con la presentazione di due progetti da parte del DFST.