

# Dipartimenti di Eccellenza

Dipartimenti di Eccellenza - Anno 2017

Università degli Studi ROMA TRE >> Dipartimento: "Matematica e Fisica"

07/10/2017 17:00:57

## Sezione A - Informazioni generali

▶ QUADRO A.1		A.1 Struttura del Dipartimento										
Ateneo	Università degli Studi ROMA TRE											
Struttura	Matematica e Fisica											
Direttore	Lucia Caporaso											
Referente tecnico del portale												
Altro Referente tecnico del portale												
<b>Aree CUN del Dipartimento e personale che vi afferisce</b>												
Codice Area	Descrizione Area	Prof. Ordinari	Prof. Associati	Ricercatori	Assistenti	Prof. Ordinario r.e.	Straordinari a t.d.	Ricercatori a t.d.	Assegnisti	Dotto-randi	Specia-lizzandi	Totale
01	Scienze matematiche e informatiche	15	12	5	0	0	0	1	5	6	0	44
02	Scienze fisiche	4	12	2	0	0	0	3	7	12	0	40
08	Ingegneria civile ed Architettura	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
09	Ingegneria industriale e dell'informazione	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
-	Nessuna Afferenza	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	30
<b>Totale</b>		<b>21</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>120</b>

Indicatore Standardizzato della Performance Dipartimentale (ISPD)	100,0
<b>Incidenza delle Aree Cun nel Calcolo dell'ISPD</b>	
Aree preminenti (sopra la media)	01 - Scienze matematiche e informatiche 02 - Scienze fisiche
Altre Aree (sotto la media)	08 - Ingegneria civile ed Architettura 09 - Ingegneria industriale e dell'informazione 11 - Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche
Quintile dimensionale	3

### Sezione B - Selezione dell'area CUN

<b>▶ QUADRO B.1</b>	<b>B.1 Area CUN del progetto ed eventuali aree CUN da coinvolgere</b>
Area CUN del progetto	01 - Scienze matematiche e informatiche
Eventuali ulteriori Aree CUN da coinvolgere	02 - Scienze fisiche
<b>▶ QUADRO B.2</b>	<b>B.2 Referente</b>
Referente	RAIMONDI Roberto Prof. Associato FIS/03

### Sezione C - Risorse a disposizione del progetto

<b>▶ QUADRO C</b>	<b>C Risorse per la realizzazione del progetto</b>	
	<b>Annuale</b>	<b>Quinquennale</b>
Budget MIUR - Dipartimenti di Eccellenza	1.350.000	6.750.000
Eventuale ulteriore budget per investimenti in infrastrutture per le aree CUN 1 - 9	250.000	1.250.000
<b>Totale</b>	<b>1.600.000</b>	<b>8.000.000</b>
<b>Importi minimi e massimi per ciascuna attività, come previsto dalla Legge 232/2016</b>		
Budget per dipartimenti di eccellenza	<b>Budget Complessivo Quinquennale</b>	
Reclutamento Personale - Min 50% - Max 70%	3.420.000	4.788.000

Infrastrutture - Maggiorazione per le aree CUN 1-9	1.250.000	1.250.000
Altre Attività - Max 50% - Min 30%		
Infrastrutture		
Premialità	3.330.000	1.962.000
Attività didattiche di elevata qualificazione		
<b>TOTALE</b>	<b>8.000.000</b>	<b>8.000.000</b>

## Sezione D - Descrizione del progetto

▶ QUADRO D.1	D.1 Stato dell'arte del Dipartimento
	<p>1. Quadro d'insieme della ricerca.</p> <p>Nel Dipartimento di Matematica e Fisica (DMF) sono attualmente presenti la maggior parte dei SSD delle aree CUN 1 e 2 (che contano circa il 94% del totale dei membri docenti del DMF) e tre SSD nelle aree CUN 9 e 11; i membri provenienti dall'area CUN 8 sono passati alle aree 1 e 2. Nei SSD per i quali la numerosità consente di avere i dati, i valori del rapporto R sono tutti maggiori di uno (tabella 4.4 del rapporto GeV area 01 e tabella 4.7 rapporto GeV area 02):</p> <p>MAT/02 1.32  MAT/03 1.42  MAT/05 1.16  MAT/07 1.32  FIS/01 1.06  FIS/02 1.14  FIS/03 1.19  FIS/04 1.16  FIS/05: 1.27</p> <p>La ricerca si svolge principalmente nei seguenti ambiti:</p> <p>Area 1:</p> <p>Algebra commutativa: teoria moltiplicativa degli Ideali, domini di Prüfer.</p> <p>Teoria dei numeri: distribuzione dei numeri primi e curve algebriche.</p> <p>Geometria algebrica: spazi di moduli, geometria tropicale, classificazione di superfici e 3-varietà di tipo generale, teoria di Brill-Noether classica e tropicale.</p>

Geometria differenziale: metriche autoduali, twistors.

Analisi non lineare e sistemi dinamici: teoria KAM e metodi perturbativi in sistemi con struttura Hamiltoniana, meccanica celeste, problemi di piccoli divisori, stabilità e instabilità, soluzioni periodiche, quasi-periodiche, PDE ellittiche, blow-up ed equazioni di campo medio.

Teoria delle probabilità: comportamento di non equilibrio e dei tempi di rilassamento, metastabilità e grandi deviazioni.

Fisica matematica: meccanica statistica, materia condensata, quantizzazione dell'effetto Hall, transizioni di fase, catene di Markov, fisica dei mezzi continui.

Analisi numerica e metodi computazionali: approssimazioni semi-lagrangiane e asintotiche di soluzioni di equazioni differenziali, modellazioni fisico-matematiche, simulazioni numeriche, metodo degli elementi finiti.

Logica matematica e informatica: proof-nets, geometria dell'interazione, applicazioni della logica lineare all'informatica, lambda-calcolo e suoi sviluppi.

Area 2:

Astrofisica: nuclei galattici attivi e cosmologia.

Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali: esperimento ATLAS presso il CERN (fisica del bosone di Higgs e dei quark top), esperimento JUNO in allestimento in Cina (fisica del neutrino), esperimento DARKSIDE presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (materia oscura).

Fisica teorica delle interazioni fondamentali: fisica del sapore e delle interazioni deboli dei quark, fenomenologia delle interazioni fondamentali, modelli supersimmetrici, fenomenologia delle oscillazioni di neutrino.

Fisica della materia: studio dei liquidi e materia soffice (liquidi complessi, acqua in condizioni estreme e biosoluzioni), spintronica (effetto Hall di spin ed effetto spin galvanico).

Fisica terrestre e dell'ambiente: tecniche geofisiche per lo studio delle proprietà del sottosuolo terrestre e di altri pianeti, radioattività ambientale e sue applicazioni nella Fisica della Terra Solida e della Terra Fluida.

Aree 9 e 11:

Informatica: sicurezza informatica, metodi computazionali, computer graphics and shape analysis. Storia e filosofia della logica.

2. Punti di forza della ricerca.

Si evidenziano alcune linee di ricerca eccellenti in area 1, nell'ambito della quale il progetto è presentato ed una linea dell'area 2:

a) Geometria algebrica. I temi principali sono: compattificazioni di spazi di moduli, geometria birazionale di spazi di moduli, tropicalizzazione di spazi di moduli, geometria enumerativa, geometria aritmetica, geometria delle curve algebriche e dei loro sistemi lineari. Importanti risultati sono stati ottenuti nei sopra citati campi di ricerca come: il calcolo della dimensione di Kodaira e lo studio dell'(uni)razionalità di vari spazi di moduli. Compattificazione di vari spazi di moduli (Jacobiana universale e spazio dei moduli delle varietà abeliane). Costruzione di spazi di moduli tropicali (di curve, di varietà abeliane) e loro relazione con l'analitificazione non archimedeica degli spazi di moduli classici.

Studio di Jacobiane compatte su curve singolari e il teorema di Torelli per curve stabili e curve tropicali. Caratterizzazione delle curve che giacciono su una  $K3$  (risolvendo una congettura di Wahl). Studio delle varietà di Severi di curve nodali su superfici, le sizigie di curve immerse e la loro relazione con la geometria intrinseca della curva. Schemi di Hilbert di curve, fibrati lineari su superfici  $K3$  e di Enriques, superfici e threefolds di tipo generale. Studio di superfici compatte complesse non di Kahler.

b) Equazioni differenziali con struttura Hamiltoniana e PDE di evoluzione. La ricerca si svolge in analisi non lineare ed in particolare su: sistemi Hamiltoniani finito ed infinito dimensionali, teoria KAM, PDE di evoluzione e PDE ellittiche non lineari. In tali campi il gruppo ha recentemente ottenuto importanti risultati di notevole impatto sul panorama internazionale, quali: dimostrazione completa del Teorema di Arnold (1961) sull'esistenza di orbite quasi-periodiche per il sistema degli  $N$ -corpi della Meccanica Celeste; teoria KAM per l'equazione delle onde semilineari; instabilità in sistemi Hamiltoniani infinito dimensionali (crescita delle norme di Sobolev); riducibilità dell'equazione di Schroedinger risonante (con tecniche algebrico-combinatorie).

c) Meccanica statistica e materia condensata. La ricerca è incentrata su problemi di equilibrio e dinamica in meccanica statistica e in sistemi quantistici a molti corpi, quali: modelli di spin, modelli di dimeri, sistemi di bosoni e fermioni interagenti. Negli scorsi anni il gruppo ha contribuito in modo sostanziale allo sviluppo di tali metodi, grazie anche a prestigiosi collaboratori internazionali quali M. Disertori, E. Lieb, J. Lebowitz, C. e F. Toninelli, R. Seiringer. Le tecniche sviluppate negli ultimi anni sono già riuscite a risolvere alcuni problemi aperti, di interesse centrale nel contesto internazionale, quali: l'universalità della conducibilità ottica in modelli di grafene interagente, la costruzione del limite di scala per la funzione altezza in modelli di dimeri interagenti, la validità della teoria spin-wave in Heisenberg quantistico 3D.

d) Fisica delle particelle elementari. La linea di ricerca principale è incentrata sullo studio delle interazioni protone-protone, al collisionatore LHC del CERN, con la partecipazione all'esperimento ATLAS. In questo ambito Roma Tre ha contribuito alla costruzione del rivelatore e in modo significativo alla scoperta e caratterizzazione del bosone di Higgs. Parallelamente all'attività di presa dati e di analisi degli stessi è in corso la costruzione di rivelatori per la fase successiva dell'esperimento insieme a studi per esperimenti su futuri acceleratori. Di grande rilevanza anche la linea di ricerca sulle oscillazioni dei neutrini con la partecipazione allo Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) in Cina.

### 3. Premi e riconoscimenti (2010-2017).

#### a) Premi.

M. Melo: Premio Cuozzo 2010 per la miglior tesi di dottorato in matematica.

G. Gentile: Premio Bruno Finzi per la Meccanica 2010-2011, Istituto Lombardo.

F. Viviani: Premio Guido Fubini 2014.

A. Giuliani: Premio A. Di Braccio per la Fisica 2011, Accademia Nazionale dei Lincei; Young Scientist Prize for Mathematical Physics 2012, IUPAP; Premio Finzi 2015.

E. Pettinelli e collaboratori: Ludger Mintrop Award 2014.

E. Sernesi: Premio Luigi Tartufari 2016 per la Matematica, Accademia Nazionale dei Lincei.

#### b) Invited speakers all'ICM (International Congress of Mathematicians).

L. Chierchia 2014 ICM Seoul, Section 9 (Dynamical Systems and Ordinary Differential Equations).

L. Caporaso 2018 ICM Rio de Janeiro, Section 4 (Algebraic and Complex Geometry).

c) Finanziamento di Bandi competitivi.

ERC: A. Giuliani (2017/22 e 2010/14); M. Procesi (2012/18); F. Martinelli (2009/13).

UE FP7: S. Bianchi (2013/17).

Premiale MIUR: W. Plastino (2012/15).

FIRB: M. Correggi (2014/17); F. Viviani (2015/18); D. Meloni (2012/15); W. Plastino (2007/10).

PRIN: 2017-2020 V. Lubicz (2017/20 e 2013/16); F. Martinelli (2017/20); M. Pontecorvo (2013/16 e 2017/20); A. Verra (2017/20 e 2013/16); L. Chierchia (2017/20 e 2014/2017); M. Pedicini (2013/16); G. Gentile (2013/16); F. La Franca (2013/16); O. Ragnisco (2013/16); S. Mari (2013/16); G. Gentile (2013/16).

Ricercatori Rita Levi Montalcini: G. Salamanna 2013, M. Melo 2013, R. Franceschini 2016.

4. Formazione e alta formazione.

a) Lauree Magistrali in Matematica e Fisica. Il DMF gestisce una laurea magistrale (LM) in Matematica (indirizzi: Algebra e Teoria dei Numeri, Analisi non Lineare, Geometria Algebrica e Differenziale, Probabilità e Calcolo Stocastico, Fisica Matematica, Didattica, Analisi Numerica e Informatica) ed una in Fisica (indirizzi: Astrofisica e Cosmologia, Fisica della Materia, Fisica Nucleare e Subnucleare, Fisica Teorica, Fisica Terrestre e dell'Ambiente). Nell'ambito della LM in Matematica esiste un curriculum binazionale e interdisciplinare in Logica con l'Università di Marsiglia.

b) Laurea Magistrale in Scienze Computazionali (Classe LM40). A partire dall'a.a. 2017/18, il DMF ha attivato una LM in Scienze Computazionali in consorzio con la SISSA (Trieste) per contribuire attivamente alla formazione di laureati in matematica in grado di partecipare alla quarta rivoluzione industriale in atto in ambito internazionale. Il progetto è anche rivolto al consolidamento e allo sviluppo delle attività sia di ricerca che didattiche legate al calcolo scientifico. L'obiettivo è fornire gli strumenti teorici e le competenze necessarie ad intraprendere un'attività di ricerca e sviluppo di alto livello nel settore del calcolo scientifico, sia in ambito pubblico che privato. A riguardo sono state contattate parti sociali ed aziende operanti nei settori dell'innovazione tecnologica e in quello dei servizi.

c) Dottorato. Il DMF offre i corsi di dottorato in matematica e dottorato in fisica. Informazioni dettagliate sono disponibili in lingua inglese presso il sito web del DMF (<http://www.matfis.uniroma3.it>). Entrambi i corsi di dottorato richiedono agli studenti di seguire un ampio spettro di insegnamenti durante il primo anno. Oltre agli insegnamenti tenuti dai docenti del DMF, l'offerta formativa è ampliata da quelli tenuti da professori visitatori e da ricercatori di enti di ricerca nell'ambito di accordi e convenzioni. Inoltre sono in essere insegnamenti in condivisione con le altre università romane. I dottorati del DMF sono impegnati nel reclutare studenti stranieri. L'accesso al dottorato in matematica avviene con una selezione comune per italiani e stranieri. La percentuale di studenti stranieri nel dottorato in matematica è circa il quaranta per cento. L'accesso al dottorato in fisica prevede un canale riservato per i laureati con titolo estero, che sono circa il venti per cento. Inoltre, il dottorato in fisica è gestito in convenzione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).

d) Formazione degli insegnanti. Il DMF ha contribuito nel passato alla formazione degli insegnanti nell'ambito dei TFA e dei PAS. Considerato il buon esito di quest'esperienza il

DMF intende proseguirle nell'ambito dei nuovi percorsi individuati dal MIUR.

#### 5. Risorse strumentali esistenti.

a) Laboratorio di Scienze Computazionali. Il laboratorio (in corso di istituzione) riunisce due infrastrutture di ricerca, il CVDLAB (Laboratorio di progettazione e visualizzazione computazionale) e il LaMS (Laboratorio di Modellazione e Simulazione), ed è dedicato alla matematica applicata, informatica e simulazione numerica. Il laboratorio dispone di workstation, software per il calcolo scientifico e postazioni di lavoro. Grazie ad un recente finanziamento dell'Ateneo (Piano Straordinario Laboratori 2016), il laboratorio si è dotato del sistema DGX-1 della NVIDIA, una attrezzatura HPC di ultima generazione costituita da un server two-socket con processori Xeon 16-core memory, che raggiunge 170 teraflops. Il laboratorio collabora da anni allo sviluppo di strumenti avanzati di modellazione, simulazione e visualizzazione con numerosi partner industriali in Italia, inclusa Fiat Ricerca, Iveco, ELSAG e altri, e con numerose università e centri di ricerca italiani e stranieri, quali Sapienza (Roma), SISSA (Trieste), IBM, Lawrence Livermore National Laboratory (USA), ICES (USA), SCI (USA).

b) Cluster di calcolo. Il cluster di calcolo co-gestito da INFN e DMF serve sia il nodo GRID di calcolo distribuito che l'utenza locale. Non abbiamo benchmark sul numero totale di CPU per altri siti ma riferendoci solo alla quota di calcolo distribuito per numero di jobs gestiti e numero di ore di CPU il sito di Roma Tre si colloca tra i primi 15 nodi GRID italiani, rappresentando circa il 4 per mille della potenza di calcolo nazionale, ed è tra i più affidabili (efficienza superiore al 90%) [<https://accounting.egi.eu/egi/country/Italy/>]. La gestione delle code tramite fair-share consente l'utilizzo delle risorse, con bassa priorità, anche da parte di gruppi che non abbiano investito nell'acquisto di CPU. Con l'importante investimento dell'Ateneo nell'ambito del piano straordinario per la ricerca del 2016 la capienza dell'attuale sala macchine e i sistemi di raffreddamento sono arrivati al limite e necessitano ulteriori investimenti.

c) Laboratori di ricerca in fisica. L'attività dei gruppi sperimentali di Fisica, con partecipazione ad esperimenti presso laboratori internazionali per la fisica delle particelle e delle astroparticelle (ATLAS, JUNO, DARKSIDE), o a missioni internazionali per quanto concerne la fisica dei pianeti (Mars Express, Mars Reconnaissance Orbiter, Exomars, Juice), non può che nascere da una solida pratica laboratoriale, che consente lo sviluppo delle tecniche e della strumentazione alla base di questi grandi progetti. Questi laboratori ospitano anche gli studenti della LM in Fisica, che devono acquisire esperienza nell'uso della più moderna strumentazione nei loro settori di specializzazione. La presenza degli studenti rende necessario attrezzare delle aree dedicate a tutte quelle misure svolte da studenti magistrali e dottorandi per le quali non sia necessario accedere alla strumentazione più costosa. Per la fisica delle particelle sono presenti tre laboratori, sviluppati in sinergia con la sezione INFN di Roma Tre, i quali ospitano prevalentemente strumentazione INFN con alcune acquisizioni del DMF: un laboratorio di sviluppo dei rivelatori di particelle, un laboratorio di elettronica ed un laboratorio di analisi delle superfici. Per la fisica applicata alla terra e ai pianeti l'attività di caratterizzazione dei parametri fisici dei materiali costituenti la sottosuperficie dei pianeti si svolge in collaborazione con l'Agenzia Spaziale italiana (ASI) che ha finanziato quasi integralmente, facility unica in Italia, la camera climatica per misure di parametri elettromagnetici nelle condizioni di temperatura esistenti sulla superficie dei pianeti del sistema solare. I gruppi teorici di fisica delle particelle elementari, di struttura della materia e di astrofisica, ma anche i gruppi sperimentali che svolgono analisi di grandi moli di dati, necessitano ingenti risorse di calcolo. Queste sono in massima parte fornite dal cluster di calcolo e dal nodo GRID con esso integrato, ad eccezione dell'analisi dei dati astrofisici che si svolge in parte con software che richiede l'uso di postazioni dedicate, utilizzate anche dagli studenti magistrali e di dottorato (laboratorio di strutture cosmiche).

#### 6. Internazionalizzazione.

La gran parte della ricerca è svolta in ambito internazionale attraverso numerose collaborazioni, descritte nel punto 1., che hanno portato a frequenti visite scientifiche in entrata ed uscita. Tra gli accordi e le cooperazioni internazionali si citano i seguenti a titolo di esempio:

a) Accordo internazionale di cooperazione scientifica tra il DMF, la fondazione universitaria Amidex di Aix-Marseille, l'Università Sapienza, l'Università Tor Vergata, e il Gran Sasso Science Institute

- b) Azioni per paesi in via di sviluppo. Il DMF supporta la formazione e l'avviamento alla ricerca nei paesi in via di sviluppo anche tramite il dottorato di ricerca (otto dottorandi provenienti da Africa, Asia e America Latina attualmente iscritti). Questa attività si svolge parallelamente a progetti specifici in collaborazione con enti internazionali specializzati. Tra i progetti più significativi sono da citare l'organizzazione e il cofinanziamento di scuole di ricerca in Vietnam Iraq, Filippine, Costa d'Avorio, Iran, e il Nepal Algebra Project (NAP), coordinato e cofinanziato dal DMF, insieme all'International Mathematical Union e al CIMPA
- c) Collaborazione DMF, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency-Environmental and Public Health - Australia.

Si citano alcuni incarichi di prestigio.

Giorgio Matt è membro della Space Science Advisory Committee (SSAC) della European Space Agency.

Wolfgang Plastino ha rappresentato l'Italia al Preparatory Commission of the Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organization (CTBTO) United Nations Vienna e ha curato la segreteria scientifica delle XIX, XX Edoardo Amaldi Conferences (Accademia Lincei) e delle Edoardo Amaldi Lectures (European Commission, Bruxelles) on International Cooperation for Enhancing Nuclear Safety, Security, Safeguards and Non-Proliferation. Coordina inoltre per conto dell'INFN le attività di ricerca in collaborazione con IAEA-EL (International Atomic Energy Agency-Environment Laboratories) UN.

Lucia Caporaso è membro dell'editorial board di riviste internazionali, tra cui Transactions of the American Mathematical Society, Memoirs of the American Mathematical Society, Algebraic Geometry (foundation Compositio Mathematica).

Francesco Pappalardi è membro della Commissione per i Paesi in via di sviluppo della Società Matematica Europea (EMS), membro individuale del Centro Internazionale di Matematica pura e applicata (CIMPA) e consulente del Centro internazionale di Fisica Teorica (ICTP).

#### 7. Interfaccia con scuola e lavoro.

Il DMF svolge attività (alcune co-finanziate dal Progetto Lauree Scientifiche (PLS) del MIUR) di divulgazione, arricchimento dell'offerta formativa nelle scuole, orientamento in ingresso degli studenti, formazione ed aggiornamento degli insegnanti. Le attività promosse si articolano in:

- a) Progetti con le scuole: PLS, Liceo matematico, Mediterranean Youth Mathematical Championship, Olimpiadi della Matematica, Masterclass in Astrofisica, La Fisica Incontra la Città, La Notte Europea dei Ricercatori.
- b) Formazione permanente degli insegnanti: Corso di formazione di didattica della Fisica Moderna, Corso di Informatica Teorica e Quantum Computing, Corso on-line di Fisica Moderna, Corso online M6 - Astrofisica osservativa per la didattica e la comunicazione della Fisica.
- c) Alternanza Scuola-Lavoro. Il DMF allestisce percorsi di ASL che coinvolgono ogni anno circa 200 studenti delle Scuole Superiori.

#### 8. Aspetti critici (elencati schematicamente).

Scarsa possibilità di reclutamento di personale docente e tecnico/amministrativo.

Necessità di aggiornare le infrastrutture per la ricerca per mantenere un'elevata qualità ed un corrispondente livello di competitività nella gestione di grandi progetti.

Scarse risorse per attrarre ricercatori stranieri.

Necessità di riqualificazione degli spazi per la ricerca e la didattica.

Maggiori informazioni sullo stato dell'arte del Dipartimento sono disponibili nel sito web <http://www.matfis.uniroma3.it/>



### 1. Temi di ricerca.

Si intende sviluppare tutte le linee di ricerca del DMF ed in particolare di perseguire i seguenti obiettivi nelle linee di ricerca eccellenti:

a) Geometria algebrica. L'obiettivo fondamentale è quello di estendere i risultati descritti nel punto 2a) del quadro D1 e di risolvere i molti problemi aperti ad essi connessi. Tra questi: lo studio sistematico di tropicalizzazioni di spazi di moduli tramite l'analisi combinatoriale e l'applicazione di recenti tecniche di geometria analitica non archimedea; la teoria di Brill-Noether per grafi e curve tropicali. Un'estensione sistematica del piano descritto rappresenterebbe un avanzamento significativo dello stato dell'arte e rafforzerebbe ulteriormente il DMF come centro d'eccellenza in Geometria Algebrica a livello internazionale.

b) Equazioni differenziali con struttura Hamiltoniana e PDE di evoluzione. Si intende affrontare una congettura di Arnold e Neishtadt sulla misura dei tori invarianti di sistemi Hamiltoniani finito-dimensionali. Ci si propone, poi, di sviluppare la teoria KAM per i tori secondari, e nell'ambito delle PDE, la ricerca di soluzioni almost-periodiche, soluzioni quasi-periodiche per PDE completamente non lineari. Per quanto concerne le PDE ellittiche, l'obiettivo principale è una maggiore comprensione delle proprietà di compattezza per vari problemi critici di interesse che richiedono un'analisi specifica: equazioni di campo medio in dimensione maggiore, sistemi di Toda e modelli Chern-Simons non abeliani in dimensione 2.

c) Meccanica statistica e materia condensata. Gli obiettivi del progetto sono quelli di spiegare e caratterizzare rigorosamente, a partire da modelli microscopici, una serie di fenomeni macroscopici di interesse per la fisica statistica e della materia condensata, quali: la natura di un punto di transizione di fase del second'ordine e della corrispondente teoria critica (conforme); le fluttuazioni gaussiane logaritmiche di superfici discrete stocastiche; la dinamica vetrosa in sistemi con vincoli dinamici; l'universalità dei coefficienti di trasporto in sistemi elettronici interagenti e disordinati. Ci aspettiamo che nei prossimi anni tali metodi e le attuali collaborazioni internazionali del gruppo permettano di risolvere nuove classi di problemi aperti, quali il ruolo del disordine in sistemi elettronici interagenti, o quello dell'invarianza conforme del limite di scala di modelli di Ising e dimeri non risolubili.

d) Fisica delle particelle elementari. Gli obiettivi del DMF in questo ambito sono: lo sfruttamento scientifico dei dati dell'esperimento ATLAS, con lo studio degli accoppiamenti del bosone di Higgs, con particolare riguardo a quelli con bosoni elettrodeboli e con il bosone di Higgs stesso, e quelli del quark top; la costruzione (e successiva installazione in ATLAS) dei rivelatori Micromegas (MM) per l'ammodernamento della regione in avanti dell'esperimento, con sviluppi di questa tecnologia anche per altre applicazioni; la realizzazione del rivelatore JUNO ed in particolare di una parte del sistema di trigger dell'esperimento basato su High Throughput Link (10Gbps); il successivo coinvolgimento nell'analisi dei dati di JUNO.

### 2. Dottorato.

Rafforzamento del dottorato con particolare attenzione alla internazionalizzazione anche verso i paesi non UE con l'obiettivo di rendere i dottorati del DMF un punto di riferimento internazionale.

### 3. Istituzione di un nuovo polo per le Scienze Computazionali.

Sviluppare e sostenere un polo di competenze di alto livello nel settore del calcolo scientifico che sia un punto di riferimento per le aziende e i centri di ricerca operanti nel centro Italia. Il Progetto Industria 4.0 avrà un bisogno crescente di competenze di calcolo scientifico. In particolare, si vogliono migliorare i rapporti tra il DMF e le parti sociali,

anche per il tramite di tirocini o corsi di formazione organizzati presso le aziende, e con seminari e giornate di studio da tenere in sede, alle quali partecipino i rappresentanti delle aziende, sfruttando le risorse di calcolo del DMF ed in sinergia con la LM in Scienze Computazionali. Le tecniche computazionali saranno applicate in ambiti quali la grafica computerizzata, la crittografia, l'analisi delle immagini, la meccanica dei solidi e dei fluidi, la fisica dei continui. Tali attività richiedono competenze multidisciplinari e il loro sviluppo e supporto servirà anche a consolidare le interazioni scientifiche tra matematica e fisica.

#### 4. Internazionalizzazione: visibilità e attrattività.

- a) Rendere il DMF un centro di attrazione e aggregazione scientifica di livello internazionale.
- b) Aumentare l'attrattività internazionale nel campo dell'alta formazione sia attraverso azioni locali sia con azioni in loco in paesi in via di sviluppo.
- c) Continuare e rafforzare il supporto per la partecipazione dei membri del DMF a bandi internazionali competitivi.

#### 5. Potenziamento e sviluppo delle risorse strumentali.

Si intende potenziare e sviluppare i laboratori di ricerca e di calcolo del DMF. In particolare si propone di allestire un nuovo laboratorio di sviluppo per applicazioni di calcolo scientifico.

#### 6. Scouting industriale.

Si intende istituire un insegnamento di LM per Traduttore in Tecnologie Matematiche, organizzato in collaborazione con il progetto Sportello Matematico per l'Industria Italiana dell'Istituto per le Applicazioni del calcolo del CNR. Gli obiettivi formativi sono quelli di indirizzare gli studenti verso percorsi professionali di alta qualificazione scientifica in grado di dialogare con le aziende, promuovere le applicazioni matematiche, svolgere un'attività di scouting industriale, individuando tematiche innovative produttive e di processo che richiedano l'uso di strumenti matematici avanzati. Oltre ad approfondire argomenti specifici di interesse applicativo, gli studenti devono acquisire competenze nel campo della comunicazione, del marketing e della creazione di partnerati avanzati di ricerca.

### ▶ QUADRO D.3

#### D.3 Strategie complessive di sviluppo del progetto

##### 1. Metodologie per la ricerca.

- a) Geometria algebrica.- Per affrontare i problemi citati in D1 e D2 i metodi usati variano da metodi classici quali la teoria della deformazione, la teoria geometrica degli invarianti, la teoria di Brill-Noether, a metodi più recenti che i membri del gruppo hanno attivamente contribuito a sviluppare come la geometria tropicale, la geometria analitica non archimedea, la combinatorica dei grafi e dei loro sistemi lineari.
- b) Equazioni differenziali con struttura Hamiltoniana e PDE di evoluzione. Per problemi finito-dimensionale, si intende sviluppare tecniche di forme normali, probabilistiche e di teoria delle funzioni; per PDE, tecniche tipo variazionale e perturbativo: KAM, alla Nash-Moser, forme normali nell'intorno di risonanze, calcolo pseudo-differenziale e tecniche di regolarizzazione; blow-up per PDE ellittiche; riduzione di Lyapunov-Schmidt.
- c) Meccanica statistica e materia condensata. Parte dell'obiettivo del progetto è sviluppare nuove tecniche che permettano di affrontare e risolvere importanti problemi aperti

basandosi sulla combinazione di metodi complementari, tra i più sofisticati e promettenti nella meccanica statistica matematica, quali: il gruppo di rinormalizzazione costruttivo, la cluster expansion multiscale, la positività per riflessioni, disuguaglianze funzionali à la Poincaré-Sobolev, stime di localizzazione, etc.

d) Fisica delle particelle elementari. L'attività si articola in attività costruttive (laboratorio in sede per sviluppo di prototipi e costruzione di rivelatori o sistemi di elettronica, test in sede con raggi cosmici, installazione presso gli esperimenti, partecipazione alla presa dati) e attività di analisi dati (simulazioni e analisi) con uso massiccio di risorse di calcolo sia locale che distribuito (GRID).

Per implementare le suddette strategie, oltre all'utilizzo del personale strutturato coinvolto e delle risorse umane provenienti dai due ERC (Giuliani e Procesi), si intende destinare un PA per le tematiche in a) e tre RTDB per le tematiche in b), c) e d).

## 2. Dottorato.

- a) Finanziamento di almeno due borse di dottorato per anno in aggiunta a quelle finanziate annualmente dall'Ateneo e a quelle finanziate dall'INFN.
- b) Organizzazione di Scuole Internazionali per dottorandi anche al fine di aumentare la visibilità internazionale del DMF ed aumentare la sua attrattività.
- c) Formazione internazionale incentivando la partecipazione dei dottorandi a scuole internazionali.
- d) Istituzione di un premio per tesi di dottorato.
- e) Contributo alle spese di documentazione bibliografica e a quelle di pubblicazione.
- f) Finanziamento di borse di avviamento al dottorato, mirate a supportare un periodo di preparazione preliminare, con l'obiettivo di rafforzare l'internazionalizzazione e facilitare l'inserimento di studenti di paesi in via di sviluppo.

## 3. Internazionalizzazione: visibilità e attrattività.

Lancio del Programma Speciale per l'Internazionalizzazione (PSI) per promuovere attività di ricerca internazionali, quali:

- a) Periodi di ricerca intensivi su temi prestabiliti per professori e post-doc, con flessibilità nella tipologia e durata. I visitatori contribuiscono anche alle attività di formazione e alta formazione.
- b) Workshops di una settimana con circa 100 partecipanti.
- c) Programma di professori visitatori che contribuiscono alle attività del dottorato.
- d) Istituzione di un colloquio di dipartimento mensile in cui si alternino argomenti di matematica e di fisica. Lo scopo è di sviluppare un linguaggio comune e di aumentare la reciproca consapevolezza dei rispettivi ambiti scientifici. La partecipazione al colloquio è parte integrante dei requisiti per il raggiungimento del titolo di dottore di ricerca.
- e) Istituzione di un finanziamento ad hoc per progetti di ricerca interdisciplinari e innovativi.
- f) Al fine di realizzare gli obiettivi di PSI, è necessario disporre di spazi e attrezzature adeguati nella sede del DMF. Per il completamento strutturale di questi spazi vi è anche l'impegno dell'Ateneo a realizzare due aule grandi.
- g) Promozione di PSI sul sito web del dipartimento e altri canali di comunicazione (e.g. social network).

## 4. Istituzione di un nuovo polo per le Scienze Computazionali e il calcolo scientifico.

Le infrastrutture necessarie per l'istituzione di un laboratorio per le Scienze Computazionali (CSLab), riunendo preesistenti strutture e aggiornandone la dotazione hardware, sono:

- a) acquisizione di nuove macchine ad alte prestazioni; allestimento di un locale adeguato per ospitare i server HPC; potenziamento della rete di trasmissione dati tra le due

sedi del DMF;

- b) allestimento di una nuova sala calcolo;
- c) acquisizione e mantenimento software.

#### 5. Potenziamento e sviluppo delle risorse strumentali.

Il programma Dipartimenti d'Eccellenza permette di potenziare le infrastrutture dei servizi erogati dal DMF ai gruppi di ricerca. Si intende ampliare l'infrastruttura del cluster di calcolo, aggiungere nuove CPU e spazio disco per le esigenze dei gruppi di ricerca, potenziare i laboratori di fisica della terra e dei pianeti, di fisica delle particelle e di strutture cosmiche e potenziare la strumentazione a disposizione degli studenti magistrali e di dottorato. Per il potenziamento del cluster di calcolo e dei laboratori di ricerca sono state già intraprese diverse iniziative nell'ambito del piano di sviluppo della ricerca di Ateneo. In particolare sono state acquisite: risorse informatiche per circa 170k (CPU, spazio disco) e strumentazione di laboratorio per circa 160k. Nell'ambito delle convenzioni esistenti, l'INFN mette regolarmente a disposizione risorse per il potenziamento ed il rinnovo periodico delle macchine del cluster di calcolo e ai fini degli sviluppi discussi in questo progetto fornirà le attrezzature utili al potenziamento dell'infrastruttura del cluster di calcolo (refrigerazione, alimentazione elettrica).

#### 6. Scouting industriale.

Il DMF intende attivare un insegnamento specifico rivolto agli studenti delle LM in matematica, fisica, ingegneria, informatica e statistica, svolto da docenti dell'IAC CNR e del DMF. Questo prevede 8 crediti per circa 120 ore frontali, più 40 ore di laboratori, seminari, tutoraggi, con possibilità di uno stage presso aziende per approfondimenti sul campo.

#### 7. Comitato di gestione.

Per la gestione del progetto vengono designati due coordinatori per: 1) il programma scientifico di PSI; 2) gli investimenti in infrastrutture. I due coordinatori sono nominati dal Consiglio del DMF e scelti tra i professori di ruolo del DMF su proposta della Giunta del DMF che coadiuva i due coordinatori nella gestione del progetto. In particolare la Giunta comprende tra i suoi membri i responsabili dei poli funzionali (il segretario amministrativo, il segretario alla didattica e il segretario alla ricerca) del DMF, che svolgeranno la funzione di referenti tecnici per il progetto.

I coordinatori preparano ogni anno il programma delle attività del progetto, che presentano al Consiglio del DMF insieme al consuntivo delle attività dell'anno precedente (a partire dal secondo anno di progetto).

QUADRO D.4	
D.4 Reclutamento del personale	
<b>Obiettivi specifici</b>	Rafforzare il corpo docente nelle attività di consolidata e comprovata eccellenza. Sostenere tramite una posizione di tecnico i finanziamenti relativi alle infrastrutture.
<b>Descrizione azioni pianificate 2018-2019</b>	1) 1 PA in area 1 SC 01/A2 2) 2 RTDB in area 1 nei SC 01/A3 e SC 01/A4

	<p>3) 1 RTDB in area 2 SC 02/A1</p> <p>4) Reclutamento tecnico di laboratorio livello D.</p>
<b>Descrizione azioni pianificate 2020-2022</b>	Il DMF prevede di intraprendere le azioni di reclutamento di personale previste nel progetto per i Dipartimenti di Eccellenza (elencate nel quadro precedente) durante il primo biennio del finanziamento. Esse verranno presumibilmente concluse entro i primi mesi del periodo 2020-2022.

**▶ QUADRO D.5** | **D.5 Infrastrutture**

<b>Obiettivi specifici</b>	<p>1) Sviluppo dell'infrastruttura per il calcolo scientifico del DMF per poter ospitare nuove risorse dipartimentali ed eventuali risorse di progetti di altri dipartimenti o di soggetti esterni e a seguire rinnovo e potenziamento delle risorse del cluster di calcolo. Passaggio dal raffreddamento da aria ad acqua con benefici sia per le macchine che per consumi energetici ed ambiente.</p> <p>2) Potenziamento delle risorse di calcolo nel cluster in particolare per le simulazioni di dinamica molecolare.</p> <p>3) Potenziamento dei laboratori specialistici.</p> <p>4) Potenziamento dei laboratori di ricerca sperimentali.</p> <p>5) Istituzione, già pianificata, del Laboratorio di Scienze Computazionali (CSLab) con finalità sia didattiche che di ricerca, nel quale confluiranno attrezzature ed arredi di due preesistenti laboratori dedicati al calcolo scientifico. E' importante notare che il DMF ha recentemente acquistato una macchina NVidia DGX-1 per il calcolo ad alte prestazioni con 8x Tesla GP100 e prestazioni di picco di 170 TFLOPS (FP16) che sarà utilizzata nel CSLab. Il CSLab, oltre ad utilizzare quanto già presente, verrà potenziato con i seguenti investimenti:  allestimento di una sala di calcolo per la didattica e la ricerca;  allestimento di un locale per ospitare i server HPC e potenziamento della rete di trasmissione dati tra le due sedi del DMF;  acquisizione e/o mantenimento software per il calcolo scientifico.</p> <p>6) Realizzazione di un planetario per didattica e divulgazione scientifica.</p>
<b>Descrizione azioni pianificate 2018-2019</b>	<p>1) Ampliamento (raddoppio della superficie) dello spazio adibito ad ospitare il cluster di calcolo, installazione nella nuova zona del sistema di raffreddamento ad acqua e di UPS (messi a disposizione dalla Sezione INFN di Roma Tre a seguito della dismissione da parte del centro di calcolo della Sezione INFN di Bari) e realizzazione della pavimentazione sopraelevata e dei necessari collegamenti. Acquisizione (come cofinanziamento INFN) di rack raffreddati ad acqua. Spostamento delle attuali risorse di calcolo nei nuovi rack. Cofinanziamento da parte dell'Ateneo (realizzazione tecnica dei lavori di ampliamento sala e di collegamento idraulico e elettrico). Costo dei lavori a carico del progetto.</p> <p>2) Acquisto di CPU e spazio disco da installare nel cluster.</p> <p>3) Acquisto di alimentatori da banco e oscilloscopi, acquisto di elettronica di elaborazione dei segnali e di acquisizione dati per esperimenti didattici e test di rivelatori con raggi cosmici.</p> <p>4) Ammodernamento del laboratorio per la preparazione dei campioni.</p> <p>5) Allestimento di una sala di calcolo per la didattica e la ricerca.</p> <p>6) Allestimento di un locale per ospitare i server HPC e potenziamento della rete di trasmissione dati tra le due sedi del DMF.</p> <p>7) Acquisizione e/o mantenimento software per il calcolo scientifico.</p> <p>8) Rinnovo postazioni dottorandi.</p> <p>9) Allestimento sale conferenze.</p> <p>10) Laboratori di matematica.</p>

<b>Descrizione azioni pianificate 2020-2022</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Acquisizione di ulteriori rack raffreddati ad acqua.</li> <li>2) Acquisto di ulteriore CPU e spazio disco da installare nel cluster.</li> <li>3) Rinnovo e espansione delle postazioni del laboratorio di strutture cosmiche.</li> <li>4) Acquisto di strumentazione di utilità generale per i laboratori di fisica delle particelle (sviluppo di rivelatori e elettronica) e di fisica della terra e dei pianeti: analizzatori di segnale per link veloci in grado di caratterizzare il loro phase-noise e bit-error-rate, sistema di scansione con raggi-x di media potenza, banco ottico, cable tester TDR, spettrometro XRF portatile, accessori per lo spettrometro per fluorescenza micro e macro, antenne radar a bassa frequenza e sensori per onde acustiche.</li> <li>5) Sviluppo e aggiornamento sala di calcolo per la didattica e la ricerca.</li> <li>6) Aggiornamento locale server HPC e rete di trasmissione dati.</li> <li>7) Acquisizione e/o mantenimento software per il calcolo scientifico.</li> <li>8) Acquisizione di una seconda macchina HPC del tipo NVidia DGX-1 da affiancare a quella recentemente acquistata.</li> <li>9) Rinnovo postazioni dottorandi.</li> <li>10) Laboratori di matematica.</li> <li>11) Realizzazione del planetario.</li> </ol>
---	---

<b>▶ QUADRO D.6</b>	<b>D.6 Premialità</b>
---------------------	-----------------------

<b>Obiettivi specifici</b>	Con la quota di premialità si intende attribuire un compenso al personale tecnico e amministrativo in relazione agli impegni derivanti dall'implementazione del presente progetto, secondo le modalità fissate dal Regolamenti di Ateneo.
<b>Descrizione azioni pianificate 2018-2019</b>	Valutazione annuale del raggiungimento degli obiettivi.
<b>Descrizione azioni pianificate 2020-2022</b>	Valutazione annuale del raggiungimento degli obiettivi.

<b>▶ QUADRO D.7</b>	<b>D.7 Attività didattiche di elevata qualificazione</b>
---------------------	--

<b>Obiettivi specifici</b>	<p>A - LM in Matematica e LM in Fisica.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Aumentare l'attrattività delle LM sia potenziando la strumentazione disponibile che i collegamenti del mondo del lavoro.</li> <li>2) Sostenere curricula nell'ambito di accordi internazionali, come quello con l'Université Aix-Marseille (AMU).</li> <li>3) Introdurre borse di studio e premi per studenti in base al curriculum accademico.</li> <li>4) Attivare un insegnamento di Traduttore in Tecnologie Matematiche per acquisire competenze nel campo della comunicazione, del marketing e della creazione di partneriati avanzati di ricerca.</li> </ol> <p>B - LM in Scienze Computazionali (nuova attivazione).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Formare un laureato con competenze interdisciplinari colmando la carenza di competenze nel settore della matematica applicata e industriale e dell'informatica applicata al calcolo scientifico, creando competenze scientifico-tecnologiche che consentano un rapido inserimento nel mondo del lavoro.</li> <li>2) Creare e sostenere un polo di competenze di alto livello nel settore del calcolo scientifico, un punto di riferimento per le aziende e i centri di ricerca operanti nel centro Italia.</li> </ol>
----------------------------	--

C Dottorato e post-dottorato.

Finanziare almeno due borse di dottorato oltre a quelle finanziate dall'Ateneo e da altri enti, avviare al dottorato, organizzare Scuole Internazionali, sostenere

la partecipazione a Scuole Internazionali, attivare insegnamenti di professori visitatori, introdurre i nuovi dottori di ricerca alla redazione di progetti di ricerca, attuare sinergie con il programma di assegni di ricerca finanziati con il FFO del DMF.

**Descrizione  
azioni  
pianificate  
2018-2019**

**A Lauree Magistrali.**

1) Organizzazione di incontri per l'orientamento in uscita con la partecipazione di ex-studenti.

2) Borse di studio annuali premiali per gli studenti delle LM in Matematica e in Fisica.

3) Borse di studio per studenti nell'ambito dell'accordo bilaterale AMU (vedere punto precedente A.2).

4) Insegnamento annuale di Traduttore in Tecnologie Matematiche.

5) LM in Scienze Computazionali.

a) Promozione nel centro Italia anche tramite contratti a esperti esterni: utilizzo del web e dei social media; stampa e diffusione di materiale pubblicitario; attività di promozione delle attività svolte, sia didattiche che di ricerca.

b) Nell'ambito del programma PSI:

i) Workshop internazionale annuale dedicato al calcolo scientifico e alle simulazioni numeriche;

ii) Invito di docenti a tenere insegnamenti per attività di ricerca nei settori del calcolo e dell'informatica.

c) Stipula di accordi simili a quello con la SISSA anche con il Consorzio Inter-universitario per il Supercalcolo (CINECA) e con l'Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone del CNR.

d) Borse COFUND H2020: il DMF parteciperà, tramite la rete europea dei nodi CECAM e sotto il coordinamento della EPFL (Losanna, Svizzera), ad un progetto COFUND per la creazione di assegni di ricerca dedicati al calcolo scientifico; lo stipendio previsto ammonta a circa 3700 euro/mese, di cui 2700 euro/mese saranno finanziati dallo ERC e i restanti dal DMF. Nell'ambito di questo schema verrà cofinanziato un assegno di ricerca biennale.

e) Borse SISSA: implementazione dell'accordo quadro stipulato con la SISSA per organizzare e gestire programmi di mobilità nell'ambito delle attività dedicate allo High Performance Computing (HPC). Grazie all'accordo, sia studenti che docenti potranno utilizzare le esperienze didattiche acquisite nella gestione del Master HPC attivato con successo presso la SISSA già da qualche anno. Verranno istituite 4 borse di studio da 2k euro (2 per anno) da assegnare a studenti meritevoli che intendono frequentare le attività HPC presso la SISSA.

f) Borse LM: istituire 4 borse di studio a 1k (2 per anno) da assegnare a studenti meritevoli che frequentano il nuovo CdS.

**B Dottorato e post-dottorato.**

1) Finanziamento di almeno due borse per ciclo.

2) Organizzazione di almeno due scuole di dottorato internazionali.



- 3) Sostegno per la partecipazione dei dottorandi alle scuole internazionali.
- 4) Almeno due insegnamenti/anno di dottorato tenuti da professori visitatori.
- 5) L'avviamento alla ricerca e alla didattica di elevata qualificazione post-dottorato sarà finanziato combinando i fondi del progetto Dipartimenti di Eccellenza con il FFO del DMF con l'obiettivo di garantire almeno due assegni di ricerca per anno.

**Descrizione  
azioni  
pianificate  
2020-2022**

**A Lauree Magistrali**

- 1) Organizzazione di incontri per l'orientamento in uscita con la partecipazione di ex-studenti.
- 2) Borse di studio annuali premiali per gli studenti delle LM in Matematica e in Fisica.
- 3) Borse di studio per studenti nell'ambito dell'accordo bilaterale con AMU.
- 4) Consolidamento delle attività di promozione della LM in Scienze Computazionali.
- 5) Nell'ambito del programma di PSI:
  - i) Workshop internazionale per anno dedicato al calcolo scientifico e alle simulazioni numeriche;
  - ii) Invito di docenti a tenere insegnamenti e per attività di ricerca nei settori del calcolo scientifico e dell'informatica.
- 6) Borse COFUND H2020: cofinanziare un secondo AR biennale.
- 7) Borse SISSA: sostenere il programma di borse per studenti meritevoli che intendono frequentare le attività HPC presso la SISSA con 6 borse di studio a 2000 euro (2 per anno) da assegnare a studenti meritevoli.
- 8) Borse LM: sostenere il programma di borse per studenti che frequentano il nuovo CdS con 6 borse di studio a 1000 euro (2 per anno) da assegnare a studenti meritevoli.
- 9) Insegnamento annuale di Traduttore in Tecnologie Matematiche.

**B Dottorato e post-dottorato.**

- 1) Finanziamento di almeno due borse per ciclo.
- 2) Organizzazione di almeno due scuole di dottorato internazionali.
- 3) Sostegno per la partecipazione dei dottorandi alle scuole internazionali.
- 4) Almeno due insegnamenti/anno di dottorato tenuti da professori visitatori.
- 5) L'avviamento alla ricerca e alla didattica di elevata qualificazione post-dottorato sarà finanziato combinando i fondi del progetto Dipartimenti di Eccellenza con il FFO del DMF con l'obiettivo di garantire almeno due assegni di ricerca per anno.

▶ QUADRO D.8

D.8 Modalità e fasi del monitoraggio

Il monitoraggio del progetto è svolto dal comitato di gestione descritto in D3. Al termine di ogni anno i due coordinatori presentano il resoconto generale delle attività svolte nell'ambito del progetto e lo propongono per l'approvazione al Consiglio di Dipartimento. Il resoconto deve indicare quali dei risultati attesi sono stati raggiunti, anche ai fini dell'assegnazione dei compensi premiali, che saranno assegnati in base percentuale ai risultati raggiunti. Oltre alle suddette azioni, ulteriori occasioni di monitoraggio saranno le eventuali azioni proposte dall'ANVUR durante il periodo previsto nel progetto (e.g. SUA-RD).

▶ QUADRO D.9

D.9 Strategie per la sostenibilità del progetto

In caso di successo del progetto, il finanziamento ministeriale fornisce al DMF uno sviluppo delle risorse umane e delle infrastrutture che sosterrà la ricerca oltre la durata del quinquennio del progetto. Il DMF intende proseguire le azioni intraprese utilizzando le risorse che saranno messe a disposizione dall'Ateneo, quelle provenienti da convenzioni con enti di ricerca, in particolare l'INFN, e quelle provenienti da finanziamenti di bandi competitivi rispetto ai quali il DMF ha dimostrato negli anni una buona percentuale di successo, come descritto nel punto D1.3(c).

Inoltre, lo sviluppo del polo di calcolo scientifico previsto dal progetto, unitamente alla nuova laurea in Scienze Computazionali e all'accordo con la SISSA, darà al DMF l'opportunità di rafforzare i contatti con le parti sociali e il mondo delle imprese con l'intento di diventare un punto di riferimento per le aziende e i centri di ricerca operanti nel centro Italia e che intendono investire in questo settore, come descritto in D2.3.

**Sezione E - Budget per la realizzazione del progetto**

▶ QUADRO E.1

E.1 Reclutamento di personale

*Punti Organico destinati dall'Ateneo: 0,15*

*Combinazione scelta: Punti 1 PA + 3 RU B; Punti Organico = 2,65; Risorse = 4.531.500 €;*

*Residui: Punti Organico = 0,15; Risorse = 256.500 €*

*Massimo destinabile = 4.788.000 €*

BUDGET PUNTO ORGANICO (numero)		RISORSE FINANZIARIE (€)			RECLUTAMENTO (testo)		
PO "Budget MIUR Dipartimenti di Eccellenza"	Eventuali Punti Organico su altre risorse disponibili	Risorse "Budget"	Eventuali altre risorse disponibili	Totale	Descrizione altro personale	Area CUN di riferimento ed	

Tipologia	Opzione selezionata	PO residui	PO Ateneo	PO su finanziamenti esterni	Totale Puntii Organico	MIUR Dipartimenti di Eccellenza"	Risorse proprie	Risorse di terzi	Totale risorse	persone da reclutare	ed eventuali risorse proprie e/o di enti terzi	eventuale macro-settore o settore concorsuale
Professori esterni allateneo di I fascia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00		
Professori esterni allateneo di II fascia	0,70	0,00	0,00	0,00	0,70	1.197.000	0	0	1.197.000	1,00		Area 1, MSC 01/A, SC 01/A2
Ricercatori art. 24, c. 3, lett. b), Legge 240/2010 (compreso passaggio II fascia)	1,95	0,00	0,00	0,00	1,95	3.334.500	0	0	3.334.500	3,00		Uno Area 1, MSC 01/A, SC 01/A3 Uno Area 1, MSC 01/A, SC 01/A4 Uno Area 2, MSC02/A, SC 02/A1
Altro Personale tempo indeterminato		0,15	0,15	0,00	0,30	256.500	256.500	0	513.000	1,00	Tecnico laboratorio livello D	Sostegno delle infrastrutture finanziate dal progetto
Altro personale tempo determinato (ricercatori di tipo A, Assegnisti di ricerca, Personale TA)						0	0	0	0	0,00		
<b>Totale</b>	<b>2,65</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,00</b>	<b>2,95</b>	<b>4.788.000</b>	<b>256.500</b>	<b>0</b>	<b>5.044.500</b>	<b>5,00</b>		



**QUADRO E.2**

**E.2 Infrastrutture, premialita' al personale, attività didattiche di elevata qualificazione**

Risorse Miur: 6.750.000

Risorse Miur Infrastrutture: 1.250.000

Risorse Miur Totali: 8.000.000

Totale Reclutamento personale: 4.788.000

Risorse residue: 3.212.000

Oggetto	Budget complessivo (€)	Budget dip. eccellenza (€)	Budget delle eventuali risorse aggiuntive certe proprie o da enti terzi (€)	Descrizione delle eventuali risorse già disponibili al Dipartimento e di quelle aggiuntive
Infrastrutture	1.250.000	1.250.000	0	
Premialità Personale	350.000	350.000	0	
Attività didattiche di alta qualificazione	4.037.599	1.612.000	2.425.599	5 borse triennali di dottorato dall'Ateneo per 5 cicli+3 borse triennali di dottorato da INFN per 5 cicli
<b>Totale</b>	<b>5.637.599</b>	<b>3.212.000</b>	<b>2.425.599</b>	

**▶ QUADRO E.3** | **E.3 Sintesi**

Oggetto	Budget complessivo (€)	Budget dip. eccellenza (€)	Budget delle eventuali risorse aggiuntive certe proprie o da enti terzi (€)
Professori esterni all'ateneo	1.197.000	1.197.000	0
Ricercatori art. 24, c. 3, lett. b), Legge 240/2010	3.334.500	3.334.500	0
Altro Personale	513.000	256.500	256.500
<b>Subtotale</b>	<b>5.044.500</b>	<b>4.788.000</b>	<b>256.500</b>
Infrastrutture	1.250.000	1.250.000	0
Premialità Personale	350.000	350.000	0
Attività didattiche di alta qualificazione	4.037.599	1.612.000	2.425.599
<b>Totale</b>	<b>10.682.099</b>	<b>8.000.000</b>	<b>2.682.099</b>