

Dipartimenti di Eccellenza

Dipartimenti di Eccellenza - Anno 2017

Università degli Studi di TRIESTE >> Dipartimento: "Matematica e Geoscienze"

07/10/2017 09:00:34

Sezione A - Informazioni generali

▶ QUADRO A.1		A.1 Struttura del Dipartimento										
Ateneo	Università degli Studi di TRIESTE											
Struttura	Matematica e Geoscienze											
Direttore	Alessandro Fonda											
Referente tecnico del portale												
Altro Referente tecnico del portale												
Aree CUN del Dipartimento e personale che vi afferisce												
Codice Area	Descrizione Area	Prof. Ordinari	Prof. Associati	Ricercatori	Assistenti	Prof. Ordinario r.e.	Straordinari a t.d.	Ricercatori a t.d.	Assegnisti	Dottorandi	Specializzandi	Totale
01	Scienze matematiche e informatiche	13	10	8	0	0	0	1	0	0	0	32
02	Scienze fisiche	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
04	Scienze della Terra	2	4	13	0	0	0	3	16	10	0	48
09	Ingegneria industriale e dell'informazione	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
-	Nessuna Afferenza	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8
Totale		15	15	22	0	0	0	4	16	19	0	91

Indicatore Standardizzato della Performance Dipartimentale (ISPD)	94,0
Incidenza delle Aree Cun nel Calcolo dell'ISPD	
Aree preminenti (sopra la media)	01 - Scienze matematiche e informatiche 04 - Scienze della Terra
Altre Aree (sotto la media)	09 - Ingegneria industriale e dell'informazione 11 - Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche
Quintile dimensionale	3

Sezione B - Selezione dell'area CUN

▶ QUADRO B.1	B.1 Area CUN del progetto ed eventuali aree CUN da coinvolgere
Area CUN del progetto	01 - Scienze matematiche e informatiche
Eventuali ulteriori Aree CUN da coinvolgere	04 - Scienze della Terra
▶ QUADRO B.2	B.2 Referente
Referente	FONDA Alessandro Prof. Ordinario MAT/05

Sezione C - Risorse a disposizione del progetto

▶ QUADRO C	C Risorse per la realizzazione del progetto	
	Annuale	Quinquennale
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
Totale	1.600.000	8.000.000
Importi minimi e massimi per ciascuna attività, come previsto dalla Legge 232/2016		
Budget per dipartimenti di eccellenza	Budget Complessivo Quinquennale	
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		
TOTALE	8.000.000	8.000.000

Sezione D - Descrizione del progetto

▶ QUADRO D.1	D.1 Stato dell'arte del Dipartimento
Situazione iniziale in cui si trova il Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università degli Studi di Trieste	
<p>Ricerca</p> <p>L'attività di ricerca del Dipartimento di Matematica e Geoscienze (in breve, DMG) si esplica nei campi della Matematica, dell'Informatica e delle Geoscienze; nel 2016 si è concretizzata in 155 pubblicazioni, gran parte delle quali su riviste internazionali ISI o SCOPUS, confermando la produttività degli anni precedenti; numerosi i coautori stranieri, a testimonianza delle molte collaborazioni internazionali esistenti.</p> <p>Il DMG ha in carico numerose infrastrutture, anche di natura complessa, quali la Rete accelerometrica del Friuli-Venezia Giulia, la Rete meteorologica e mareografica, il Servizio di Geomatica, i pendoli della Grotta Gigante e il Centro OCEANS (in Sardegna). È inoltre al centro di una fitta rete di collaborazioni con enti scientifici locali, nazionali e internazionali, piccole e medie imprese, e realtà industriali. In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - partecipa allo spin-off Esplora srl Servizi e Indagini sul Territorio; - ha collaborazioni consolidate con ENI, divisione Exploration and Production, sia nel campo della formazione (esiste un curriculum dedicato della laurea magistrale, con regolari tirocini e lavori di tesi in cotutela), che in quello della ricerca; - ha collaborazioni di ricerca e sviluppo tecnologico con Ergolines srl che hanno portato a soluzioni innovative e brevetti; - gestisce il Centro Interdipartimentale per le Scienze Computazionali (CISC, www2.units.it/cisc), nato come centro di aggregazione per il vasto e multiforme ambiente delle ricerche computazionali che utilizzano il calcolo ad alte prestazioni come strumento essenziale per la loro attività scientifica; - ha recentemente iniziato collaborazioni con aziende high-tech del territorio regionale operanti su tematiche legate ad Industria 4.0, quali Esteco, BeanTech, Cybertec; - collabora attivamente con l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS, www.ogs.trieste.it) il cui Presidente, Maria Cristina Pedicchio, è docente del nostro Dipartimento. <p>L'OGS e l'Università degli Studi di Trieste hanno istituito, in effetti, una convenzione quadro con la finalità di promuovere, sviluppare e consolidare opportunità e iniziative di collaborazione nel campo della didattica, della gestione di infrastrutture e laboratori congiunti, progetti di ricerca nazionali e internazionali, attività di divulgazione scientifica e nel settore delle relazioni internazionali. In tale ambito sono stati realizzati recentemente i primi due laboratori congiunti, Smolab e CoreLoggingLab, con spazi e strumentazione condivisi per la ricerca e la didattica in geofisica. È in fase di completamento anche un terzo laboratorio comune, Seislab, per l'elaborazione, interpretazione e modellazione di dati di sottosuolo, con potenziali importanti applicazioni anche a livello industriale.</p>	

Il DMG gestisce il corso di Dottorato di ricerca in Earth Science, Fluid-Dynamics and Mathematics - Interactions and Methods (in breve, ESFM), con docenti dei settori MAT, GEO e ICAR su tematiche di scienze della Terra, fluidodinamica, matematica applicata, dimostrando la capacità di agire nella direzione della multidisciplinarietà a servizio di tematiche applicative di grande attualità. Più specificamente i temi trattati sono:

- Fluidodinamica ambientale, nei processi tecnologici e industriali, e nei sistemi biologici;
- Geofisica della Terra solida e geologia;
- Metodi e modelli matematici in fluidodinamica e in geofisica, equazioni differenziali e problemi inversi.

Il dottorato si segnala per la forte internazionalizzazione e attrattività, usufruisce della partecipazione e collaborazione istituzionale dell'OGS, CNR-ISMAR e dell'International Centre for Theoretical Physics (ICTP, www.ictp.it). Durante il 2016 sono stati presenti presso il Dipartimento 25 studenti del Dottorato, dei quali 8 stranieri.

L'attività di ricerca del DMG è stata sostenuta da finanziamenti provenienti dal MIUR (progetti PRIN) e dall'Unione Europea, nonché da finanziamenti di Ateneo e della Regione Friuli-Venezia Giulia. I progetti iniziati nel 2016 sono stati finanziati da enti pubblici e privati per più di un milione di euro, così suddivisi:

- n.7 progetti nazionali finanziati da enti pubblici (978.000 Euro);
- n.1 progetto nazionale finanziato da privati (20.000 Euro);
- n.7 progetti di ricerca di ateneo (152.700 Euro);
- n.1 contratto nazionale conto terzi a finanziamento pubblico (20.000 Euro);
- n.2 contratti nazionali conto terzi a finanziamento privato (74.000 Euro).

Le molte collaborazioni a livello internazionale hanno portato l'anno scorso 25 ricercatori stranieri a soggiornare nel DMG, per periodi variabili da una settimana a sei mesi. Diversi colleghi fanno parte di comitati editoriali di riviste internazionali, quali ad esempio *Nonlinear Analysis*, *Inverse Problems*, *Journal of Geometry and Physics*, *Letters in Mathematical Physics*, *Journal of Noncommutative Geometry*, *Information and Computation*, *Hybrid Systems and Biology*, *Quantitative Aspects of Programming Languages and Systems*, *Journal of Geodetic Science*, *Journal of Geodesy and Geodynamics*, *Pure and Applied Geophysics*.

Attraverso il Dottorato ESFM sono stati individuati importanti collegamenti scientifici tra l'area 01 (Scienze matematiche e informatiche) e l'area 04 (Scienze della Terra) e la cooperazione tra le due aree si sta sempre più consolidando intorno a comuni tematiche di ricerca.

Didattica

Per quanto concerne la didattica, il DMG coordina come gestore due Corsi di Laurea Triennali (LT in Matematica, LT in Geologia) e due Corsi di Laurea Magistrali (LM in Matematica, LM in Geoscienze); come dipartimento associato, due Corsi di Laurea Triennali (LT in Ingegneria Elettronica e Informatica, LT in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura) e un Corso di Laurea Magistrale interateneo con l'Università di Udine (LM in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio). Il DMG fornisce inoltre la didattica di base di Matematica in tutti i corsi di studio scientifici dell'Ateneo.

Sia per la LT che per la LM in Matematica c'è un'accordo di doppio titolo con l'Università di Ljubljana (novità di quest'anno per quanto riguarda la LM). Per la LM in Matematica c'è inoltre un Percorso Formativo Comune in collaborazione con la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA, www.sissa.it) di Trieste, che fornisce agli studenti una solida formazione di base per poter accedere al dottorato di ricerca.

Dall'ottobre 2017 viene attivata la nuova Laurea Magistrale in Data Science and Scientific Computing, in collaborazione con la SISSA, l'ICTP e l'Università di Udine e con altri enti di ricerca del Sistema Trieste. Un importante contributo alla laurea viene anche da realtà industriali, sia come sponsor che a supporto delle attività didattiche.

Terza missione

Il DMG svolge una notevole attività rivolta alla comunità. La componente di Geoscienze gestisce laboratori e strumentazione propri ma anche all'interno di convenzioni con la Protezione Civile e la Regione Friuli-Venezia Giulia; gestisce, inoltre, un Museo di Mineralogia e Petrografia e la sezione di Trieste del Museo Nazionale dell'Antartide.

Il DMG partecipa (sia per la Matematica che per la Geologia) al Piano Nazionale Lauree Scientifiche, che ha visto nel tempo lo svolgimento di molti laboratori e corsi per studenti delle scuole secondarie superiori. Ricordiamo inoltre la "Coppa aurea", gara di matematica a squadre (con la partecipazione di SISSA, ICTP, Consorzio per la Fisica), "La matematica dei ragazzi" e "Matematici al lavoro", dove ogni anno diversi laureati in matematica vengono invitati a incontrare gli studenti per raccontare le loro esperienze lavorative. Inoltre, il DMG partecipa da protagonista al Collegio Universitario Luciano Fonda, al Nucleo di Ricerca in Didattica della Matematica e al Centro Interdipartimentale di Ricerca Didattica dell'Università di Trieste.



QUADRO D.2

D.2 Obiettivi complessivi di sviluppo del dipartimento

1. Premessa

I grandi temi su cui le attività di ricerca saranno impegnate per garantire uno sviluppo sostenibile del nostro pianeta nel terzo millennio (tra cui Energia, Ambiente, Risorse naturali e alimentari, Salute, Sicurezza) richiedono un approccio multidisciplinare, dove competenze specifiche si innervino in un substrato di strumenti modellistico-computazionali che permettano di affrontarne efficacemente la complessità.

I temi cui ci si sta riferendo costituiscono l'ampio settore che studia e caratterizza sistemi e processi, che nel DMG si declina soprattutto attorno al sistema-Terra, in particolare su tematiche legate alla riduzione di rischi naturali e reperimento di georisorse. Esempi più specifici sono la ricostruzione di modelli del sottosuolo attraverso la raccolta e l'analisi di dati; l'identificazione, la caratterizzazione e il monitoraggio di *reservoir* o di risorse idriche; la stima del rischio in ambito sismico o meteorologico. In tutti questi scenari, la modellizzazione matematica e computazionale gioca un ruolo chiave, e richiede un uso integrato di strumenti di diversa tipologia: metodologie per la gestione e analisi di grandi quantità di informazione; strumenti per la descrizione, identificazione, simulazione multi-scala di sistemi complessi; metodi per l'ottimizzazione di diagnosi e processi. L'approccio modellistico-computazionale, d'altra parte, è ormai comune ed essenziale in tutti i settori scientifico-tecnologici e in molti altri settori, dalle scienze sociali ed economiche alle scienze della vita.

2. Obiettivi specifici del Dipartimento di Matematica e Geoscienze

Il DMG è già impegnato da un lato (geoscienze) su molti di questi temi e dall'altro (matematica e informatica) sulla ricerca sia di base che applicata al campo della modellistica matematica e computazionale. L'unificazione di queste due aree (01 - Scienze matematiche e informatiche; 04 - Scienze della Terra) in un unico dipartimento rientra in un disegno strategico di ampio respiro, che prevedeva sin dall'inizio un loro avvicinamento. Gran parte del percorso è ancora da compiere, e anche grazie al Progetto puntiamo a raggiungere una migliore integrazione.

Un passo di particolare importanza in questa direzione è stata la creazione del Dottorato di Ricerca Earth Science, Fluid-Dynamics and Mathematics - Interactions and Methods (brevemente ESFM, www.phdfluidmechanics.units.it), recentemente accreditato dall'ANVUR come Dottorato Innovativo Interdisciplinare. Le tematiche trattate vanno

dalla matematica pura alle sue applicazioni, dalla fluidodinamica alla geofisica. Il Dottorato ESFM offre in particolare un'opportunità unica per collaborazioni interdisciplinari tra le due anime scientifiche del DMG, fondata sull'uso di strumenti metodologici ad ampio spettro, dalla simulazione numerica all'ottimizzazione e ai metodi matematici per l'*imaging* avanzato. Inoltre, al Dottorato ESFM sono consorziati altri enti scientifici di punta del *Sistema Trieste*, quali l'ICTP e l'OGS, con cui il DMG ha collaborazioni scientifiche consolidate.

L'obiettivo principale del Progetto è quello di rafforzare le competenze e le strutture che possono fornire il miglior supporto allo sviluppo di collaborazioni, *in primis* quelle legate all'ampio campo della modellistica matematica e computazionale, puntando a rendere il DMG un'eccellenza a livello internazionale e un polo di attrazione per ricerca, formazione e rapporti con le industrie.

In particolare, si intende promuovere e rafforzare lo sviluppo dei settori di analisi e gestione di dati, della modellazione, dei problemi inversi, dell'ottimizzazione, e dei metodi di calcolo scientifico che sono di utilità sia nel settore matematico che in quello delle Scienze della Terra. Le possibilità che possono derivare dal presente piano di sviluppo e collaborazione tra ambiti matematici e geologici sono notevoli e testimoniate da numerosi esempi di successo in campo internazionale, con riferimento particolare al campo geofisico ma con inclusione di un sempre più ampio spettro di discipline tra cui, sul lato matematico, l'Analisi Matematica, l'Analisi Numerica, la Fluidodinamica, la Data Science ed il Calcolo Scientifico. Questi strumenti metodologici rivestono peraltro importanza cruciale per tutte le discipline scientifiche e anche per lo sviluppo industriale, in particolare quello legato alle nuove tecnologie digitali e alla quarta rivoluzione industriale.

La crescita della componente modellistico-computazionale del DMG giocherà un ruolo centrale anche nella direzione di rafforzare ed estendere le collaborazioni con il tessuto industriale regionale e internazionale, con particolare attenzione all'area Mitteleuropea. In questa direzione giocheranno un ruolo chiave due attori: il nuovo corso di Laurea Magistrale in Data Science and Scientific Computing (in breve, DSSC), che ha già collaborazioni con svariate realtà industriali e dei servizi, e il dottorato ESFM, che potrà consolidare il suo campo d'azione nei settori del calcolo scientifico e della Data Science, diventando una naturale prosecuzione anche della Laurea Magistrale in DSSC, e un naturale attrattore di finanziamenti aziendali per progetti di ricerca di natura più applicata.

3. Declinazione degli obiettivi del Dipartimento di Matematica e Geoscienze nello sviluppo delle aree scientifiche e della crescita della conoscenza

Lo sviluppo dell'area modellistico-computazionale del DMG, che è l'obiettivo principale del Progetto, sarà focalizzato su alcuni ambiti scientifici più delineati, tenendo sempre a mente l'interazione con le Scienze della Terra. In particolare, nel Progetto verranno rafforzati i seguenti ambiti: la modellistica e l'analisi matematica, il calcolo numerico, la modellistica probabilistica e statistica, e i metodi computazionali per la gestione e l'analisi di dati. Rimandiamo all'Allegato 1 per una descrizione dettagliata del piano di rafforzamento, limitandoci qui a una sintesi delle azioni da intraprendere.

Modellistica e Analisi matematica

Il DMG intende estendere le sue competenze nell'ambito dei modelli basati sull'Analisi matematica che si presentano in Fluidodinamica e Geofisica. Per poter affrontare più efficacemente queste problematiche, si prevede l'assunzione di un RTD(b) nel settore MAT/05.

Calcolo numerico

La risoluzione numerica di equazioni di vario tipo, provenienti ad esempio dalla fluidodinamica, dalla geofisica e dalla meteorologia, è di fondamentale importanza sia per la validazione dei modelli che per la produzione e l'interpretazione dei suoi risultati. Si prevede pertanto l'assunzione di un RTD(b) nel settore MAT/08.

Modellistica probabilistica e statistica

Diversi modelli della Geofisica implementano metodi che spaziano dalle equazioni stocastiche all'interpretazione statistica di grandi quantità di dati sperimentali. Si prevede

l'assunzione di un professore associato nel settore MAT/06.

Metodi computazionali per la gestione e l'analisi di dati

Il DMG ha necessità di espandere la sua componente informatica, in quanto sottodimensionata rispetto alle esigenze scientifiche e al ruolo che essa gioca sia nelle Geoscienze che nella ricerca scientifica e industriale. Per affrontare queste problematiche complesse, si prevede l'assunzione di un RTD(b) nel settore INF/01.

4. Declinazione degli obiettivi del Dipartimento di Matematica e Geoscienze nella didattica

Il progetto didattico del DMG si svilupperà su due fronti, coinvolgendo sia la Laurea Magistrale in Matematica che la nuova Laurea Magistrale in Data Science and Scientific Computing.

Da un lato, si vuole internazionalizzare la LM in Matematica, che dal 2003 ha un accordo di Percorso Formativo Comune con la SISSA, per la quale dal prossimo anno sarà attivo un programma di doppio titolo con l'Università di Ljubljana. I corsi saranno tenuti in lingua inglese, e si prevede di invitare ogni anno docenti stranieri di alto profilo per fornire insegnamenti specifici, che potranno essere usufruiti anche dagli studenti del Dottorato ESFM.

Dall'altro lato, si vuole lanciare la nuova LM internazionale in Data Science and Scientific Computing, facendola diventare un punto di forza del territorio regionale per l'attrazione e la formazione di talenti capaci di affrontare le sfide digitali del nuovo millennio. Anche per questa LM si prevede di invitare ogni anno docenti stranieri di alto profilo, per potenziare l'offerta formativa, ma anche di migliorare le strutture dipartimentali allestendo aule informatiche multimediali idonee anche alla didattica blended, con possibilità di lavorare in parallelo con i partner della SISSA e dell'Università di Udine.

Si intende inoltre potenziare il Dottorato ESFM, istituendo nuove borse di studio.

5. Declinazione degli obiettivi del Dipartimento di Matematica e Geoscienze nelle infrastrutture

Il Progetto prevede di rafforzare le infrastrutture di calcolo e gestione dati a supporto dell'attività di ricerca interdisciplinare del DMG, in sinergia con altri enti di ricerca e imprese operanti nel territorio. Si intendono acquistare due cluster con GPU ad alte prestazioni e attrezzare due aule informatiche ad uso della didattica nelle Lauree Magistrali in Matematica e DSSC, nonché per il Dottorato ESFM.

Inoltre, per potenziare la didattica, ci si doterà di licenze Campus di importanti strumenti di calcolo (Matlab, Maple, Mathematica), da implementare sulle nuove macchine. Il maggior investimento andrà nell'acquisto di hardware da affiancare - in un'ottica di massimizzazione del ritorno dell'investimento - al computer Ulysses della SISSA, con la quale esiste già un accordo di collaborazione, e in un contributo al mantenimento e al miglioramento della rete Lightnet (che collega ad alta velocità gli enti di ricerca del Sistema Trieste), per quanto concerne il collegamento tra il DMG e la SISSA.

Per questa sezione è stato inserito un allegato.



QUADRO D.3

D.3 Strategie complessive di sviluppo del progetto

1. Identificazione delle risorse esistenti su cui puntare e/o riallocazione delle risorse disponibili già in possesso del Dipartimento

Le competenze del DMG in aree legate al Progetto comprendono principalmente i SSD della seguente tabella:

- MAT/05 Analisi Matematica: 5 PO, 4 PA, 3 RU
- MAT/06 Probabilità e Statistica: 1 RU
- MAT/08 Analisi Numerica: 1 PO, 2 PA
- INF/01 Informatica: 2 PO, 1 PA, 1 RU
- ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni: 1 PA
- GEO/10 Geofisica della Terra Solida: 1 PA, 3 RU
- GEO/11 Geofisica Applicata: 1 PO, 2 RU
- GEO/03 Geologia Strutturale: 1 PA, 2 RU

A questi si aggiunge il SSD della Oceanografia e Fisica dell'Atmosfera (GEO/12) che, pur non attualmente rappresentato all'interno del DMG, costituisce una competenza storica che ha prodotto una rinomata scuola, le cui attività proseguono oggi presso l'OGS, il quale è presente, con convenzioni e numerose linee di ricerca, anche all'interno del Dottorato ESFM e costituisce, per tutti i settori elencati, un importante polo di collaborazione scientifica e didattica con notevoli ricadute in termini di progetti e finanziamenti alla ricerca.

Alle risorse di personale elencate si collega la rete di laboratori e infrastrutture per il calcolo attualmente esistente presso il DMG, che comprende quattro laboratori per il calcolo scientifico (ivi incluse analisi dati, elaborazione, modellazione, inversione/ottimizzazione), reti di misura (oceanografia, meteorologia e sismologia) e laboratori di acquisizione dati (geofisica di esplorazione, geochimica, mineralogia e petrografia, petrofisica, geologia strutturale, sedimentologia). Tale rete si basa al momento sulle risorse e i finanziamenti dei singoli gruppi di ricerca e non può beneficiare di una infrastruttura ottimizzata, unitaria e gestita in sinergia con il *Sistema Trieste*, la cui realizzazione costituisce uno degli obiettivi strategici del presente Progetto.

2. Reperimento e utilizzo di risorse aggiuntive da destinare al programma

Il DMG svolge un'intensa attività di ricerca e di servizi avanzati in collaborazione e di concerto con istituzioni locali, nazionali ed internazionali. Tale attività è da sempre allineata con gli obiettivi del piano strategico di Ateneo e, in particolare, con l'investimento in una ricerca di eccellenza che sia coniugata a un'ottima didattica e alla collaborazione stretta con gli atenei della Regione Friuli-Venezia Giulia per ottimizzare i rapporti con il territorio.

Questo stretto collegamento con il territorio e con le sue strategie di sviluppo, in particolare con le Smart Specialization Strategies (S3) regionali, pone il DMG in una posizione centrale anche nel percorso che ha portato alla selezione di Trieste come sede per l'EuroScience Open Forum 2020 (4-10 Luglio 2020) e nelle attività che porteranno alla realizzazione di questo importante evento. Da questo coinvolgimento è lecito attendere un flusso di finanziamenti aggiuntivi per le attività del dipartimento anche se, al momento, non è possibile quantificarne l'entità, stante la recente conclusione (15 luglio 2017) del processo di selezione.

Dalle attività di ricerca, dai proventi derivanti dalle attività di servizio del DMG e dal finanziamento da parte dell'Ateneo si può prevedere una quota di co-finanziamento medio totale di 60.000 Euro/anno per la durata del Progetto, di cui circa 30.000 Euro/anno provenienti dalle quote destinate dall'Ateneo allo sviluppo ed alla manutenzione delle infrastrutture per la didattica, che concorreranno alla realizzazione degli obiettivi strategici previsti dal Progetto per l'implementazione di laboratori destinati all'alta formazione nel settore del calcolo scientifico.

Un ulteriore e importante obiettivo strategico del presente Progetto è la realizzazione di infrastrutture per la conservazione e la valorizzazione del dato scientifico. Le sole attività dipartimentali generano infatti annualmente una mole di dati scientifici che possiamo stimare nell'ordine di alcuni petabyte. La rete di collaborazioni del DMG nell'ambito del cosiddetto Sistema Trieste (un network scientifico che comprende numerose istituzioni tra le quali è opportuno ricordare il già menzionato OGS, Elettra-Sincrotrone, ICTP, SISSA tra i più importanti) espande ulteriormente la base di dati scientifici che la comunità dei ricercatori utilizza per lo sviluppo delle linee di ricerca e mette a disposizione di altre istituzioni e del territorio.

Tra gli obiettivi del Progetto rientra quindi la creazione di una struttura per la conservazione e la valorizzazione del dato scientifico che utilizzi i più avanzati strumenti (anche per la digitalizzazione e l'archiviazione di dati storici) e possa quindi garantire una base sicura e di facile accesso per la comunità scientifica e per le istituzioni interessate. Gli esempi in campo internazionale in questa direzione sono sempre più diffusi (si veda ad esempio l'iniziativa della NASA Giovanni, <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>) e da questa attività si attende un'ulteriore quota di finanziamenti da utilizzare per il mantenimento dell'infrastruttura e del personale destinato alla sua gestione.

Sul fronte del personale, si prevede un aggiornamento indipendente dall'implementazione del presente Progetto e collegato alla programmazione dell'Ateneo. In particolare, sono previste acquisizioni di nuovo personale e mobilità nei ruoli per un totale di circa 15 unità nell'arco di vita del Progetto. Un valore questo stimato sulla base della programmazione e delle risorse che si possono prevedere allo stato attuale, quindi soggetto alle inevitabili oscillazioni legate alla situazione delle risorse locali (di Ateneo) e nazionali (fondi destinati al sistema universitario).

Con gli obiettivi sopra descritti, il Progetto del DMG prevede specificamente l'assunzione di un professore associato e di tre RTD(b), come specificato nel quadro D4.

3. Strategie per l'attrazione di talenti, anche dall'estero

L'attività di ricerca e le numerose collaborazioni del DMG in campo internazionale, anche in cooperazione con altre istituzioni del Sistema Trieste (come OGS e ICTP) sono all'origine di uno stabile flusso di ricercatori che trovano a Trieste e, specificamente, presso il DMG, un ambiente ideale per lo sviluppo delle loro attività.

Nell'arco dell'ultimo quinquennio hanno visitato il DMG per periodi variabili (da alcune settimane a diversi mesi) circa un centinaio ricercatori italiani e stranieri, cui si aggiungono i dottorandi che il dottorato ESFM annualmente seleziona sulla base di un processo totalmente aperto alla competizione in ambito internazionale.

L'esistenza di un percorso di laurea triennale in convenzione (doppio titolo) con l'Università di Ljubljana (Slovenia), che dal prossimo anno si estenderà al corso di Laurea Magistrale in Matematica, già in convenzione con la SISSA, di un corso di Laurea Magistrale in Data Science and Scientific Computing in lingua inglese, di un curriculum di Laurea Magistrale in Geofisica in collaborazione con OGS e del Dottorato ESFM in convenzione con OGS e ICTP fa del DMG un polo di attrazione che richiama numerosi studenti/candidati per il dottorato da altre sedi nazionali ed estere.

Il potenziamento del settore del calcolo scientifico intende incrementare questa tendenza, tenendo anche in conto la particolare posizione geografica di Trieste, per quanto concerne l'attrazione di talenti dall'ampio bacino dell'Europa Centrale, con il quale l'Ateneo ha un'estesa e consolidata rete di contatti e collaborazioni.

Il Progetto intende ulteriormente potenziare la capacità di attrazione di ricercatori più maturi attraverso la creazione di infrastrutture di calcolo idonee allo sviluppo di progetti ERC, in modo da poter offrire a vincitori di bandi internazionali un ambiente di ricerca che somma ai benefici già presenti a livello di Sistema Trieste quelli derivanti da una struttura avanzata per il settore del calcolo scientifico.

4. Governo del processo di realizzazione del Progetto nel Dipartimento (pianificazione, monitoraggio e condivisione interna degli obiettivi)

Il DMG dispone di una Commissione ricerca paritetica tra la componente matematica e quella geologica. Compito di questa commissione è quello di promuovere e monitorare le attività scientifiche curando le condizioni per la loro realizzazione e ottimizzando l'utilizzo delle risorse. Nell'ambito del presente Progetto sarà affidato a questa commissione il compito della pianificazione e del controllo di avanzamento delle attività. In particolare, tali attività prevederanno uno sviluppo temporale articolato secondo le seguenti fasi:

- i primi tre mesi saranno dedicati alla pianificazione del Progetto;
- dal quarto mese in poi ci sarà un monitoraggio da parte della Commissione ricerca, che si riunirà mensilmente per fare il punto della situazione;
- ogni sei mesi ci sarà una verifica dello stato di avanzamento del Progetto;
- con cadenza annuale si provvederà ad aggiornare la pianificazione, alla luce dei risultati ottenuti.

Più precisamente, i compiti di pianificazione saranno a carico della commissione e sottoposti all'approvazione del Consiglio di Dipartimento. Per quanto concerne il monitoraggio, la commissione potrà avvalersi dei contributi del personale coinvolto nell'implementazione del Progetto e dovrà verificare mensilmente lo stato di avanzamento e le discrepanze rispetto alla pianificazione stabilita. Con cadenza semestrale ne riferirà, con relazione scritta, al Direttore e al Consiglio del Dipartimento, accogliendo in quella sede le proposte di correzione/aggiornamento del piano di avanzamento dei lavori. L'aggiornamento della pianificazione verrà effettuato con cadenza annuale a valle della discussione in Consiglio del rapporto di attività annuale.

5. Strategie di sviluppo e/o rafforzamento interno/esterno all'università

Il Progetto del DMG intende creare un polo di riferimento per il calcolo scientifico che, oltre a stabilire un asse di collegamento e facilitare le collaborazioni interne tra i settori matematico e geologico, vuole promuovere lo sviluppo del settore scientifico-tecnologico a scala di Ateneo e del Sistema Trieste. Questo obiettivo potrà essere ulteriormente declinato attraverso l'estensione delle collaborazioni scientifiche e didattiche a livello nazionale ed internazionale. L'area di riferimento è *in primis* quella dell'Europa Centrale, con la quale esistono già ampie e consolidate collaborazioni: le caratteristiche del tema proposto, quello del calcolo scientifico, permettono però di programmare un'ampliamento in campo internazionale attraverso:

- ricerca: connessione con centri dedicati al calcolo scientifico nei settori della matematica e delle scienze della Terra ed espansione dell'attività progettuale e di networking attraverso la partecipazione a bandi competitivi in campo nazionale e internazionale (sui quali i ricercatori del DMG possono già vantare buoni tassi di successo). Dal punto di vista infrastrutturale, questo aspetto verrà realizzato utilizzando e migliorando la rete Lightnet, connessione in fibra ottica già esistente, considerata come uno degli elementi portanti del Sistema Trieste;
- didattica: estensione delle collaborazioni/convenzioni per i corsi esistenti e realizzazione di risorse per la teledidattica nel settore del calcolo scientifico, con particolare attenzione al tema della continuing education.

6. Sintesi dei principali elementi per la valutazione della strategia

Riassumiamo qui i punti principali per agevolare il compito di valutazione del Progetto.

a1: coerenza interna al Progetto

La connessione tra le aree della Matematica-Informatica e delle Scienze della Terra attraverso lo sviluppo del settore del calcolo scientifico intende superare le barriere disciplinari per promuovere attività di ricerca avanzate e orientate a temi di ampio interesse per le strategie dell'Ateneo e del Sistema Trieste, con ricadute a scala locale, nazionale e internazionale. I diversi settori disciplinari rappresentati nel DMG beneficeranno così di risorse condivise e delle possibilità di *cross-fertilization* offerte dal potenziamento degli strumenti di calcolo avanzato, in campi riguardanti energia, ambiente, risorse naturali, monitoraggio e mitigazione dei rischi naturali.

a2: coerenza del Progetto con il panorama di riferimento

Il DMG opera nel contesto del sistema scientifico di Trieste, costituito da una rete di istituzioni di ricerca che utilizzano il calcolo scientifico in un ampio spettro di settori di ricerca. Le esigenze del Sistema Trieste in termini di soluzioni per il calcolo, la gestione e la valorizzazione dell'immensa mole di informazioni scientifiche prodotte è sempre crescente. Il Progetto intende potenziare le risorse che l'Ateneo può mettere al servizio della comunità scientifica locale e della sua rete di connessioni a scala nazionale e internazionale.

b1: esplicitazione della fattibilità

Le strategie proposte si inseriscono nel quadro delle linee di sviluppo dell'Ateneo e intendono utilizzare l'opportunità offerta dal Progetto - insieme ad altre indubbe opportunità derivanti dal ruolo di Trieste come "Capitale europea della Scienza 2020" - per accelerare la crescita del settore del calcolo scientifico e le sue ricadute a livello di Dipartimento e di collaborazioni esterne. Il piano di acquisizione del personale e di sviluppo infrastrutturale è sostenibile nell'ambito delle strategie di Ateneo e funzionale al raggiungimento di un livello di eccellenza nell'area del calcolo scientifico.

b2: contributo del Progetto alla conoscenza

Uno degli scopi preminenti del Progetto è quello di aumentare le sinergie tra due aree del Dipartimento, quella matematica e quella delle geoscienze, con una collaborazione molto concreta basata sui metodi di simulazione numerica (vedi Allegato 1). Si tratta di un obiettivo importante ed ambizioso, che si coniugherà con la formazione di giovani ricercatori che potranno inserirsi anche in diversi nuovi progetti che si verranno a concretizzare. Ne trarranno grande vantaggio tutte le componenti del Dipartimento, con ricadute significative sulla qualità della ricerca.

b3: impatto atteso

La spinta data dal Progetto al Dipartimento sarà determinante per un cambiamento di rotta, che impegnerà diversi docenti e ricercatori verso l'utilizzo di metodi matematici nello studio di problemi concreti delle geoscienze. Il reclutamento di nuovi ricercatori porterà nel Dipartimento più vivacità intellettuale ed entusiasmo per la tipologia di ricerca che si prevede di intraprendere. Sarà una vera svolta, che avrà effetti notevoli nella storia futura del Dipartimento. Il progetto impatterà in modo positivo anche sul Sistema Trieste della ricerca, potenziandone le risorse di calcolo e soprattutto le competenze scientifiche e tecniche nell'ambito del calcolo scientifico. Le stesse competenze potranno essere implementate positivamente anche nei collegamenti con il mondo industriale e dei servizi, facendo crescere le potenzialità dell'Ateneo nell'ambito del progetto Industria 4.0.



specifici

MAT/05: Per potenziare la Ricerca nell'Area 01 sugli argomenti specifici del Dottorato ESFM si inizierà con il SSD MAT/05 (Analisi Matematica), in cui c'è bisogno di un nuovo RTD(b). Questo è un settore di punta del Dipartimento, ed ha avuto un'ottima valutazione nella VQR. In particolare, vi si svolgono ricerche nell'ambito delle equazioni differenziali, sia ordinarie che alle derivate parziali, che forniscono modelli matematici di fenomeni complessi di interesse del Dottorato ESFM. Il settore conta già 5 professori ordinari, 4 professori associati, 2 ricercatori universitari e 1 RTD(b).

MAT/06: Il Dipartimento ha una carenza strutturale importante nell'ambito delle competenze probabilistiche e statistiche, centrali negli aspetti di modellazione ed analisi dati. In tutto l'Ateneo è presente un unico ricercatore di questo SSD. Rafforzare questo ambito è di vitale importanza, nell'ottica di reclutare un Professore Associato che svolga un'attività di ricerca anche di natura applicata. Tale figura potrà interagire sia con gli informatici del dipartimento che si occupano di tematiche contigue, che con la comunità di geoscienze. Di particolare importanza in questo senso sono le competenze statistiche, non solo per quanto riguarda l'inferenza statistica più tradizionale ma anche per gli aspetti computazionali, legati all'apprendimento automatico statistico (statistical machine learning).

MAT/08: Si vuole potenziare il settore di Analisi Numerica, che attualmente conta 1 professore ordinario e 2 professori associati, con un nuovo RTD(b). Anche questo settore ha avuto un'ottima valutazione nella VQR, ed è strategico per l'analisi dell'affidabilità dei risultati di simulazione al computer delle soluzioni di equazioni differenziali che forniscono vari modelli matematici di interesse del Dottorato. Il settore conta attualmente nel Dipartimento 1 professore ordinario e 2 professori associati, ma nessun ricercatore.

INF/01: La componente informatica del dipartimento va potenziata, in quanto sotto-dimensionata rispetto all'importanza di questa disciplina nelle tematiche di questo Progetto e, più in generale, rispetto alla sua centralità nel contesto della società digitale e di Industria 4.0. Con tale proposito verrà reclutato un RTD(b), possibilmente con competenze in almeno due dei seguenti ambiti: basi di dati, data mining, machine learning. La sua ricerca sarà coordinata con l'attività già sviluppata nel dipartimento nell'ambito del machine learning e della verifica formale. Il nuovo ricercatore sarà inoltre impegnato nella didattica della nuova Laurea Magistrale in Data Science and Scientific Computing. Essendo gli insegnamenti di questa LM in lingua inglese, si prevede di reclutare con più facilità ricercatori internazionali.

Tecnico informatico: L'investimento infrastrutturale in risorse di calcolo richiede competenze tecniche non solo per la gestione del laboratorio di calcolo intensivo, ma soprattutto a supporto dell'attività scientifica dei gruppi del dipartimento, in termini di programmazione parallela e gestione di grandi moli di dati. Per sopperire a questa esigenza verrà reclutato un tecnico informatico specializzato, anche sfruttando la connessione con SISSA ed ICTP, ed il loro Master in HPC. A tale figura sarà richiesta esperienza soprattutto in calcolo parallelo e possibilmente in architetture moderne per la gestione di dati, quali Spark o Hadoop.

Descrizione azioni pianificate 2018-2019

- Reclutamento di un PA nel settore scientifico disciplinare MAT/06 (Probabilità e Statistica Matematica).
- Reclutamento di tre RTD(b) nei settori scientifici disciplinari INF/01 (Informatica), MAT/05 (Analisi Matematica) e MAT/08 (Analisi Numerica).
- Reclutamento di un tecnico informatico a tempo determinato.

Descrizione azioni pianificate 2020-2022

Eventuale rinnovo del contratto con il tecnico informatico a tempo determinato, se dimostratosi all'altezza dei compiti attribuitigli. Altrimenti, sua sostituzione con una figura equivalente.

Obiettivi specifici

Il Dipartimento di Matematica e Geoscienze è impegnato in attività di ricerca che richiedono risorse computazionali intensive, specialmente nell'ambito delle Geoscienze. Il DMG è coinvolto in diversi progetti e laboratori condivisi con altri enti di ricerca del territorio, e si avvantaggerebbe grandemente di una struttura di calcolo e di gestione dati coordinata centralmente e ottimizzata per le esigenze scientifiche. L'investimento infrastrutturale permesso da questo Progetto verrà in buona parte utilizzato per colmare questo bisogno, rafforzando le risorse computazionali a disposizione del DMG in sinergia con il Sistema Trieste della ricerca. In particolare, l'azione di potenziamento avrà due focus principali:

- l'incremento delle risorse di calcolo per la simulazione multiscala e per l'analisi massiva di dati, permettendo di affrontare problemi scientifici di maggiore complessità. In particolare, prevediamo di espanderci con sistemi di calcolo basati su GPU, che meglio si adattano come architettura agli algoritmi di analisi dati e di simulazione intensiva del sistema Terra;

- la costituzione di un sistema di archiviazione e gestione integrata dei dati scientifici prodotti dal dipartimento, seguendo gli standard di data modelling dell'European Open Science Cloud. Questo permetterà di incrociare dati di tipologia diversa, di rendere accessibili in modo semplice questi dati alla comunità scientifica e di interfacciarsi con le nuove risorse di calcolo per la loro analisi in grande scala.

Nodo cruciale della strategia dipartimentale per le infrastrutture di calcolo sarà la loro messa a sistema con le risorse già esistenti nel Sistema Trieste. Di particolare rilevanza in questo senso è la collaborazione con la SISSA e l'ICTP, che nel ramo del calcolo scientifico è sfociata nella creazione di una Laurea Magistrale congiunta in Data Science and Scientific Computing, e con l'OGS, per quanto attiene la condivisione e gestione congiunta di dati geofisici. La SISSA e l'ICTP, in particolare, ospitano Ulysses, un potente sistema di calcolo HPC, con l'Università di Trieste come partner e utilizzatore delle risorse. Con questo progetto, buona parte dell'hardware che verrà acquistato sarà posizionato fisicamente negli spazi che già ospitano Ulysses. In tal modo non sarà necessario dotarsi delle infrastrutture di supporto necessarie alle macchine. Inoltre, si prevede di stipulare un accordo con SISSA e ICTP che consenta loro l'utilizzo delle risorse di calcolo, quando non usate dal DMG, in modo da ottimizzare il ritorno dell'investimento e contribuire in modo efficace alla ricerca nell'ambito del Sistema Trieste.

Per quanto riguarda la gestione e archiviazione dati, distinguiamo due linee di azione. La prima legata ad infrastrutture hardware per lo storage, che saranno realizzate sempre in collaborazione con la SISSA e l'ICTP. La seconda, invece, focalizzata sulla realizzazione di un'infrastruttura software, ovvero della progettazione logica e realizzazione di una base di dati integrata, che combini le diverse basi di dati già presenti in dipartimento e permetta la loro integrazione, un accesso omogeneo tra i dati, e faciliti la loro condivisione con la comunità scientifica.

In aggiunta agli obiettivi scientifici cui saranno destinate le infrastrutture di calcolo, il DMG utilizzerà parte delle risorse per realizzare laboratori didattici, destinati alle Lauree Magistrali in Matematica e in Data Science and Scientific Computing, nonché al Dottorato ESFM. In sostanza, ci si propone di costituire un training ground di analisi dati e calcolo intensivo, sia mediante macchine fisiche che gli studenti potranno utilizzare, che mediante risorse computazionali su cloud, una delle nuove frontiere e ingrediente necessario nella formazione di professionisti in questo ambito.

A tutto questo si accompagnerà l'acquisto di licenze software per Matlab (e possibilmente per Mathematica e Maple) e la costruzione di laboratori con macchine client, utilizzabili anche per la formazione informatica di base.

Descrizione azioni pianificate 2018-2019

Nei primi due anni, prevediamo la prima fase dell'acquisto infrastrutturale sia per finalità scientifiche che didattiche. Verrà acquistata una parte delle macchine di calcolo e dello spazio di storage previsto, sia per procedere in modo incrementale agli acquisti, anche in considerazione dell'emivita delle risorse di calcolo intensivo, che si attesta sui 2-3 anni, che per monitorare in modo più fine necessità ed esigenze, anche nuove, che possano emergere nel frattempo, e poter intervenire di conseguenza sulla seconda tranche.

	<ul style="list-style-type: none"> - Licenze software: Euro 25.000/anno, per un totale di Euro 50.000 - Laboratorio didattico con 50 postazioni: Euro 40.000 - Acquisto di 2 workstation ad alta performance equipaggiate con GPU per uso scientifico, da utilizzarsi anche a fini didattici: Euro 45.000 - Acquisto di risorse di calcolo e di spazio su cloud, per finalità didattiche: Euro 5.000/anno, per un totale di Euro 10.000 - Acquisto di server HPC da affiancare a Ulysses: Euro 200.000 - Acquisto di sistemi di storage ad uso dei suddetti processori: Euro 150.000 - Sviluppo e gestione del sistema informativo per la gestione dati: Euro 45.000/anno, per un totale di Euro 90.000 - Aggiornamento apparati rete telematica metropolitana LightNet: Euro 50.000
Descrizione azioni pianificate 2020-2022	<p>Nella seconda fase, si finalizzeranno le operazioni iniziate nella prima fase, sia mediante la realizzazione di un ulteriore laboratorio didattico, sia rinnovando ed estendendo il parco macchine e lo spazio di storage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Licenze software: Euro 25.000/anno, per un totale di Euro 75.000 - Secondo laboratorio didattico con 50 postazioni: Euro 40.000 - Acquisto di risorse di calcolo e di spazio su cloud, per finalità didattiche: Euro 5.000/anno, per un totale di Euro 15.000 - Acquisto di processori per HPC da affiancare a Ulysses (da specificare): Euro 200.000 - Acquisto di sistemi di storage ad uso dei suddetti processori: Euro 150.000 - Sviluppo e gestione del sistema informativo per la gestione dati: Euro 45.000/anno, per un totale di Euro 135.000

▶ QUADRO D.6 | **D.6 Premialità**

Obiettivi specifici	Una premialità mirata può essere un buon incentivo per spingere il personale a lavorare con maggiore motivazione. Bisognerà individuare annualmente un numero ristretto di docenti e di personale tecnico-amministrativo cui attribuire un contributo premiale per il lavoro svolto durante l'anno.
Descrizione azioni pianificate 2018-2019	Premiare annualmente il personale docente e tecnico-amministrativo che si sia particolarmente distinto con il suo contributo al successo del progetto.
Descrizione azioni	

▶ QUADRO D.7 | **D.7 Attività didattiche di elevata qualificazione**

Obiettivi specifici

Si vogliono bandire annualmente quattro borse di dottorato, per cinque anni, finalizzate alle strategie del Progetto, per un totale di 1.072.000 Euro.

Inoltre, offriremo cinque borse di studio agli studenti delle Lauree Magistrali del DMG, nell'ambito del Collegio Universitario Luciano Fonda. L'importo sarà di 6.000 Euro annui, ossia 12.000 Euro per il biennio, per un totale di 300.000 Euro.

Si vogliono invitare professori di alto profilo a tenere corsi specifici per il Dottorato ESFM e per le Lauree Magistrali del DMG, da tre a cinque docenti all'anno. Totale previsto: 130.000 Euro.

Saranno banditi 15 annualità di assegni di ricerca postdoc, finalizzati alle strategie del Progetto, per un totale di 360.000 Euro.

Totale: 1.862.000 Euro.

Descrizione azioni pianificate 2018-2019

Otto borse di dottorato, due per ciascun anno, per un totale di 428.800 Euro.

Dieci borse di studio agli studenti delle Lauree Magistrali del DMG, per un totale di 120.000 Euro.

Professori invitati per il Dottorato ESFM e per le Lauree Magistrali del DMG: 52.000 Euro.

n. 6 annualità di assegni di ricerca postdoc, per un totale di 144.000 Euro.

Descrizione azioni pianificate 2020-2022

Dodici borse di dottorato, due per ciascun anno, per un totale di 643.200 Euro.

Quindici borse di studio agli studenti delle Lauree Magistrali del DMG, per un totale di 180.000 Euro.

Professori invitati per il Dottorato ESFM e per le Lauree Magistrali del DMG: 78.000 Euro.

n. 9 annualità di assegni di ricerca postdoc, per un totale di 216.000 Euro.

▶ QUADRO D.8 | **D.8 Modalità e fasi del monitoraggio**

Si prevede uno sviluppo temporale articolato secondo in questo modo:

- i primi tre mesi saranno dedicati alla pianificazione del progetto;
- dal quarto mese in poi ci sarà un monitoraggio da parte di una commissione dedicata, che si riunirà mensilmente per fare il punto della situazione;
- ogni sei mesi ci sarà una verifica dello stato di avanzamento del progetto;

- con cadenza annuale si provvederà ad aggiornare la pianificazione, alla luce dei risultati ottenuti.

▶ QUADRO D.9 | **D.9 Strategie per la sostenibilità del progetto**

Le strategie proposte si inseriscono nel quadro generale di sviluppo dell'Ateneo. In effetti, il Progetto, qualora finanziato, aiuterebbe ad accelerare uno sviluppo nel settore del calcolo scientifico e le sue ricadute a livello di dipartimento e di collaborazioni esterne che l'Ateneo ha già tra le sue priorità future.

Anche il piano di acquisizione del personale e di sviluppo infrastrutturale è inseribile nell'ambito delle strategie di Ateneo ed è funzionale al raggiungimento degli obiettivi di promozione dell'area del calcolo scientifico, che in futuro avrà un'importanza sempre maggiore.

Tutto ciò porta alla conclusione che, al termine del periodo quinquennale del Progetto, le esperienze maturate e le infrastrutture acquisite permetteranno di continuare lungo la strada intrapresa: il Dipartimento di Matematica e Geoscienze potrà mantenere il livello di eccellenza acquisito, inserendosi così tra le realtà di spicco che hanno permesso alla città di Trieste di diventare Capitale Europea della Scienza 2020.

Sezione E - Budget per la realizzazione del progetto

▶ QUADRO E.1 | **E.1 Reclutamento di personale**

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

Residui: Puntì Organico = 0,15; Risorse = 256.500 €

Massimo destinabile = 4.788.000 €

Tipologia	BUDGET PUNTO ORGANICO (numero)					RISORSE FINANZIARIE (€)				RECLUTAMENTO (testo)		
	PO "Budget MIUR Dipartimenti di Eccellenza"		Eventuali Puntì Organico su altre risorse disponibili			Risorse "Budget MIUR Dipartimenti di Eccellenza"	Eventuali altre risorse disponibili		Totale risorse	Totale persone da reclutare	Descrizione altro personale ed eventuali risorse proprie e/o di enti terzi	Area CUN di riferimento ed eventuale macro-settore o settore concorsuale
	Opzione selezionata	PO residui	PO Ateneo	PO su finanziamenti esterni	Totale Puntì Organico		Risorse proprie	Risorse di terzi				
Professori esterni all'ateneo di I fascia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00		
Professori esterni all'ateneo di II	0,70	0,00	0,00	0,00	0,70	1.197.000	0	0	1.197.000	1,00	Area 01 - SSD MAT/06	

fascia													
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		Area 01 - SSD INF/01 Area 01 - SSD MAT/05 Area 01 - SSD MAT/08	
Altro Personale tempo indeterminato		0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00			
Altro personale tempo determinato (ricercatori di tipo A, Assegnisti di ricerca, Personale TA)						256.500	0	0	256.500	1,00	Un tecnico informatico di elevata professionalità.	Tecnico-amministrativo di categoria EP.	
Totale	2,65	0,00	0,00	0,00	2,65	4.788.000	0	0	4.788.000	5,00			

▶ 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	100.000	100.000	0	
Attività didattiche di alta				

qualificazione	1.862.000	1.862.000	0
Totale	3.212.000	3.212.000	0

▶ 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	256.500	256.500	0
Subtotale	4.788.000	4.788.000	0
Infrastrutture	1.250.000	1.250.000	0
Premialità Personale	100.000	100.000	0
Attività didattiche di alta qualificazione	1.862.000	1.862.000	0
Totale	8.000.000	8.000.000	0

ALLEGATO 1

Descrizione delle discipline che si vogliono sviluppare nel Progetto

Quella che segue è una descrizione più dettagliata delle attività di ricerca del DMG che si vogliono rafforzare nell'ambito del Progetto.

È ben noto che vari modelli matematici usati per diversi modelli nelle Scienze della Terra sono espressi nel linguaggio delle equazioni differenziali nonlineari. Il loro studio richiede l'applicazione di metodi avanzati dell'Analisi Matematica e risulta di grande importanza sia dal punto di vista teorico che applicativo.

1. Modellistica e analisi matematica

Un capitolo fondamentale nello studio delle Scienze della Terra è quello della Fluidodinamica, per la quale il modello più usato ci è fornito dalle equazioni di Navier-Stokes. A partire dal lavoro pionieristico di Leray del 1933, una serie di problemi sono stati affrontati con le tecniche più sofisticate dell'Analisi Matematica, ma molti di questi problemi risultano ancora insoluti. Lo studio teorico di queste equazioni, accompagnato dalle simulazioni numeriche, è uno degli argomenti di punta della ricerca attuale.

Esponiamo ora brevemente come i Problemi Inversi entrano in gioco nella Geofisica.

Il *direct current method* mira a determinare la resistività elettrica del sottosuolo applicando varie configurazioni di corrente sulla superficie e misurandone i potenziali corrispondenti. La sperimentazione in questo ambito ha origine negli anni '20 del secolo scorso, mentre lo sviluppo della teoria matematica sottostante ha preso corpo principalmente a partire dagli anni '80. Dal punto di vista matematico, si tratta di un problema al contorno inverso, nonlineare e severamente mal posto. La sua risoluzione richiede necessariamente procedure di regolarizzazione, tipicamente iterative, per le quali il problema della convergenza resta, in generale, aperto.

Un'altra metodologia d'indagine geofisica è basata su misure acustiche. Nell'acquisizione marina della velocità acustica del sottosuolo, si creano onde di compressione con le cosiddette *airgun*, e le onde sonore emesse sono misurate da sensori duali sottostanti, che permettono di ricavare pressione e velocità di spostamento. La risoluzione completa di questo problema è nota nella letteratura geofisica come Full Waveform Inversion, e matematicamente è di nuovo riconducibile a un problema al contorno inverso, per una diversa equazione alle derivate parziali, comunque nonlineare e mal posto.

Le metodologie sopra esposte si prestano anche ad estensioni a metodi di misura e prospezione del sottosuolo più sofisticati, per esempio con onde elastiche o elettromagnetiche.

Per poter affrontare più efficacemente queste problematiche, si prevede l'assunzione di un RTD(b) nel settore MAT/05.

2. Calcolo numerico

La risoluzione numerica di equazioni differenziali di vario tipo, provenienti ad esempio dalla fluidodinamica, dalla geofisica e dalla meteorologia, è di fondamentale importanza sia per la validazione dei modelli che per la produzione e l'interpretazione dei suoi risultati. In quest'ottica l'Analisi Numerica deve permettere di individuare le criticità dei vari problemi, produrre metodologie per risolverli dimostrandone l'adeguatezza e, infine, proporre gli algoritmi di calcolo che funzionino in maniera efficiente sui dati reali. L'Analisi Numerica crea dunque un ponte tra l'analisi teorica del modello ed il suo utilizzo in ambito applicativo e risulta quindi essere fondamentale per l'implementazione del Progetto, in particolare per armonizzarne la multidisciplinarietà.

Si prevede quindi l'assunzione di un RTD(b) nel settore MAT/08.

3. Modellistica probabilistica e statistica

Diversi modelli della Geofisica implementano metodi che spaziano dalle equazioni stocastiche all'interpretazione statistica di grandi quantità di dati sperimentali. In questo ambito si vorrebbe dare importanza non solo all'inferenza statistica più tradizionale, ma anche agli aspetti computazionali, legati al *statistical machine learning*. Il DMG non possiede competenze in questo settore che, comprendendo un unico ricercatore universitario, risulta molto sottodimensionato.

Sarà pertanto estremamente importante ampliare le competenze in Probabilità e Statistica, e si prevede l'assunzione di un professore associato nel settore MAT/06.

4. Metodi computazionali per la gestione e l'analisi di dati

Il DMG ha necessità di espandere la sua componente informatica, in quanto sottodimensionata rispetto alle esigenze scientifiche e al ruolo che essa gioca sia nelle Geoscienze che nella ricerca scientifica e industriale. In particolare, un ambito da rafforzare nel DMG riguarda i metodi informatici per la gestione e l'analisi di dati, e il loro uso nella simulazione su larga scala di sistemi complessi. In questo ambito rientrano molteplici aspetti centrali nelle discipline informatiche: la gestione, archiviazione, e recupero dei dati, l'estrazione di informazione con tecniche di Data Mining e Machine Learning, la costruzione di modelli statistici predittivi, l'integrazione di approcci basati sui dati con la simulazione di modelli matematici di sistemi complessi.

Si intende ampliare le competenze del DMG sull'uso di metodi di *machine learning* nella simulazione, verifica formale, ed analisi di modelli stocastici di sistemi complessi con una figura esperta nella gestione dei dati e nel *data mining*. Questo permetterà di potenziare l'asset di competenze utili nelle problematiche di Scienze della Terra che richiedono la simulazione di modelli multiscala, integrata alla modellazione statistica predittiva basata sui dati.

Per affrontare queste problematiche complesse, si prevede l'assunzione di un RTD(b) nel settore INF/01.