



## All. 1 – Piano delle attività

- Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca:

L'attività di ricerca mira a studiare tecniche di machine learning (ML) a supporto della progettazione, sintesi e analisi di sistemi collettivi e multi-scala, nei quali le interazioni tra entità locali (micro) determinano proprietà e comportamenti globali (macro). La ricerca si concentrerà ad esempio su metodi di reinforcement learning multi-agente scalabili (es. approcci mean-field), e su modelli neurali adatti a rappresentare strutture e dinamiche collettive, come le Graph Neural Network. Saranno inoltre esplorati approcci ibridi simbolico-subsimbolici, comprendenti programmi differenziabili, sintesi di programmi e rappresentazioni strutturate delle policy. L'obiettivo è sviluppare metodi capaci di collegare esplicitamente dinamiche micro e obiettivi macro, mantenendo efficacia, interpretabilità e scalabilità in popolazioni numerose ed eterogenee.

- Progetto di ricerca correlato all'incarico di ricerca in inglese:

The research activity aims to investigate machine learning (ML) techniques supporting the design, synthesis, and analysis of collective and multi-scale systems, in which interactions among local entities at the micro level give rise to global properties and behaviours at the macro level. The research will focus, for instance, on scalable multi-agent reinforcement learning (MARL) methods (e.g., mean-field approaches) and on neural models suitable for representing collective structures and dynamics, including Graph Neural Networks. Hybrid symbolic-subsymbolic approaches will also be explored, for instance differentiable programs, program synthesis, and structured policy representations. The ultimate objective is to develop methods that explicitly connect microscopic dynamics with macroscopic objectives, while preserving effectiveness, interpretability, and scalability in large and heterogeneous populations

- Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico:

Il titolare dell'incarico collaborerà alle attività tecniche e scientifiche del progetto, contribuendo allo studio, all'implementazione, alla simulazione e alla valutazione di metodi di apprendimento multi-agente per sistemi collettivi e multi-scala, nonché all'analisi dei dati e dei comportamenti emergenti.

Le attività previste includeranno:

- la progettazione e lo sviluppo di tecniche di apprendimento multi-agente orientate al soddisfacimento di obiettivi globali;
- l'implementazione, la simulazione e la validazione delle soluzioni proposte, anche attraverso il confronto tra differenti modelli di rete neurale;
- la raccolta, l'elaborazione e l'analisi dei dati necessari allo svolgimento delle attività di ricerca;
- la redazione di articoli scientifici, report tecnici e altri materiali finalizzati alla pubblicazione e alla diffusione dei risultati;
- la collaborazione all'organizzazione di incontri di progetto e l'eventuale partecipazione a conferenze e workshop per la presentazione e la divulgazione dei risultati raggiunti.

Il titolare dell'incarico opererà sotto il coordinamento continuativo del responsabile scientifico, contribuendo al conseguimento degli obiettivi progettuali nel rispetto delle attività e delle tempistiche stabilite.



- Descrizione delle attività di assistenza alla ricerca che saranno affidate al titolare dell'incarico in inglese:

The research fellow will contribute to the technical and scientific activities of the project, supporting the study, implementation, simulation, and evaluation of multi-agent learning methods for collective and multi-scale systems, as well as the analysis of data and emergent behaviours.

The planned activities will include:

- the design and development of multi-agent learning techniques oriented towards the satisfaction of global objectives;
- the implementation, simulation, and validation of the proposed solutions, including comparisons among different neural network models;
- the collection, processing, and analysis of the data required to carry out the research activities;
- the preparation of scientific articles, technical reports, and other materials aimed at publishing and disseminating the results;
- collaboration in the organisation of project meetings and possible participation in conferences and workshops to present and disseminate the results achieved.

The research fellow will work under the continuous supervision of the scientific coordinator, contributing to the achievement of the project objectives in accordance with the planned activities and schedule.

- Piano delle attività:

Il piano di ricerca sarà articolato nelle seguenti fasi:

1. analisi dello stato dell'arte sulle tecniche di intelligenza artificiale e apprendimento automatico per sistemi collettivi e multi-scala, con particolare riferimento al reinforcement learning multi-agente, agli approcci mean-field, alle Graph Neural Network e ai metodi per collegare dinamiche microscopiche e comportamenti macroscopici;
2. progettazione e sviluppo di metodi per la sintesi di programmi e di policy collettive strutturate, anche mediante approcci simbolico-subsimbolici e programmi differenziabili, utilizzando tecniche di apprendimento multi-agente e reti neurali a grafo per collegare dinamiche microscopiche e obiettivi macroscopici;
3. implementazione, simulazione e sperimentazione delle soluzioni proposte, attraverso la realizzazione di prototipi, la definizione di scenari sperimentali e la raccolta e l'analisi dei dati necessari alla valutazione;
4. valutazione e diffusione dei risultati, mediante la produzione di report tecnici, grafici, articoli scientifici e materiali destinati alla presentazione in conferenze, workshop e altre attività di disseminazione.

Il titolare dell'incarico opererà sotto il coordinamento continuativo del responsabile scientifico, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi progettuali nel rispetto delle attività e delle tempistiche stabilite.

- Piano delle attività in inglese:



The research plan will be structured into the following phases:

1. analysis of the state of the art on artificial intelligence and machine learning techniques for collective and multi-scale systems, with particular reference to multi-agent reinforcement learning, mean-field approaches, Graph Neural Networks, and methods for linking microscopic dynamics to macroscopic behaviours;
2. design and development of methods for synthesising programs and structured collective policies, including symbolic-subsymbolic approaches and differentiable programs, using multi-agent learning techniques and graph neural networks to connect microscopic dynamics with macroscopic objectives;
3. implementation, simulation, and experimental evaluation of the proposed solutions through the development of prototypes, the definition of experimental scenarios, and the collection and analysis of the data required for evaluation;
4. evaluation and dissemination of the results through the production of technical reports, figures, scientific articles, and materials for presentation at conferences, workshops, and other dissemination activities.

The research fellow will work under the continuous supervision of the scientific coordinator, contributing to the achievement of the project objectives in accordance with the planned activities and schedule.



**All. 2- Criteri di valutazione, definiti sulla base di quanto stabilito all'art. 10 del Regolamento**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) coerenza del titolo di studio per l'accesso alla selezione con il progetto oggetto del bando (<i>consistency of additional qualifications with the project covered by the call for applications</i>)</p> <p><b>fino ad un massimo di 25 punti</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><i>La commissione valuta l'attinenza del titolo di laurea magistrale o a ciclo unico conseguito da non più di sei anni, specificando se pienamente, parzialmente o non attinente, graduando il relativo giudizio e punteggio (The Committee shall assess the relevance of the applicant's Master's degree or single-cycle degree, awarded by no more than six years, indicating whether it is fully relevant, partially relevant or not relevant, and assigning an assessment and score accordingly.)</i></p>                                                                               |
| <p>b) coerenza di ulteriori titoli di studio con il progetto oggetto del bando (<i>consistency of additional qualifications with the project covered by the call for applications</i>)</p> <p><b>fino a un massimo di 10 punti</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><i>La commissione ritiene valutabili i seguenti ulteriori titoli: dottorato di ricerca. La commissione valuta l'attinenza per ciascun titolo, specificando se pienamente, parzialmente o non attinente, graduando il relativo giudizio e punteggio (The Committee considers the following additional qualification eligible for assessment: PhD (doctoral degree).</i></p> <p><i>For each qualification, the Committee shall assess its relevance, indicating whether it is fully relevant, partially relevant or not relevant, and assigning an assessment and score accordingly.)</i></p> |
| <p>c) le pubblicazioni presentate in termini di originalità, innovatività, rigore metodologico, rilevanza e congruenza con il progetto oggetto del bando. La Commissione prende in considerazione esclusivamente pubblicazioni o testi accettati per la pubblicazione secondo le norme vigenti, nonché saggi inseriti in opere collettanee ed articoli editi su riviste in formato cartaceo o digitale con l'esclusione di note interne o rapporti dipartimentali (<i>the publications submitted in terms of originality, innovativeness, methodological rigour, relevance and congruence with the project covered by the call for applications. The Committee will only take into consideration publications or texts accepted for publication in accordance with the applicable regulations, as well as any essays included in collective works and articles published in journals in paper or digital format with the exclusion of internal notes or departmental reports</i>)</p> | <p><i>La commissione valuta nel suo insieme i criteri riferiti alle pubblicazioni presentate, specificando se originali, metodologicamente rigorose, rilevanti, congruenti con il/i settore/i oggetto del bando e graduando il relativo giudizio e punteggio (The Committee assesses the submitted publications according to the considered criteria, determining whether they are original, methodologically rigorous, relevant and consistent with the academic field(s) covered by the call, and assigning the corresponding assessment and score accordingly.)</i></p>                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>fino a un massimo di 10 punti</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| d) altri titoli collegati ad attività precedentemente svolte (es: borse di studio, partecipazione in qualità di relatore a convegni e congressi, conseguimento di premi e riconoscimenti per attività di ricerca, tirocini e stage formativi, ecc.) debitamente attestati (other qualifications related to previous activities (e.g. scholarships, participation as a speaker at conferences and congresses, receipt of prizes and awards for research activity, internships and training periods, etc.) duly certified) | <i>La commissione valuta le seguenti tipologie di attività precedentemente svolte:</i><br>- borse di studio, fino a un massimo di 2 punti<br>- partecipazione in qualità di relatore a workshop, convegni, congressi, fino a un massimo di 8 punti<br>- organizzazione di workshop, convegni, o congressi fino a un massimo di 2 punti<br>- premi alla ricerca, fino a un massimo di 3 punti specificando se pienamente, parzialmente, o non attinenti, graduando il relativo giudizio e punteggio |
| <b>fino a un massimo di 15 punti</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Criteri di valutazione per il colloquio, che terrà conto anche degli aspetti motivazionali e attitudinali, nonché della capacità di esposizione e di sintesi (*Criteria for the interview, which will take also into account the candidate's motivation and aptitude, as well as their ability to present and summarize information*):

- maturità scientifica: la maturità scientifica sarà valutata sulla base dell'esposizione del proprio percorso formativo e professionale (scientific maturity: the candidate's scientific maturity will be assessed on the basis of their presentation of their academic and professional history).
- preparazione dei candidati: la preparazione dei candidati sarà valutata sulla base di quesiti, anche in merito al proprio percorso formativo e professionale, volti ad indagare la conoscenza della materia oggetto del bando nonché la capacità di creare collegamenti fra argomenti inerenti (preparation of the applicants: *The candidates' knowledge and competence will be assessed through questions, including questions concerning their academic and professional background, aimed at evaluating their knowledge of the subject matter covered by the call, as well as their ability to establish connections between relevant topics*).