

## **PhD project in Astrophysics – PNRR STILES INAF – OAS**

**CUP : C33C22000640006**

**Title of the Project:** Study of the opto-mechanical stability and the optical performances of the future instrumentation at the extremely large telescopes.

**Supervisors INAF:** Gabriele Rodeghiero, Paolo Ciliegi

**ENG:** The new generation of Extremely Large Telescopes (ELTs) currently under construction all over the world, opens new domains of exploration in astronomy as well as new challenges in the instrumentation field. The scale and size of the next generation of instrumentation projects requires to tackle new technological problems and to understand deeply the behaviour of the observing machines in order to exploit the full potential of these facilities. The science outcome of the ELTs is extremely broad and instruments like MICADO@ELT used in combination with the Adaptive Optics (AO) module MORFEO (Multiconjugate adaptive Optics Relay For ELT Observations) will provide images with unprecedented high spatial resolution, almost ten times better than the James Webb Space Telescope (JWST) in the near infrared. In the development process special attention is dedicated, among the others, to the astrometric science cases as they can lead to the completion of particularly important scientific cases, such as the dynamics of stars in the immediate vicinity of the central black hole in our galaxy.

The INAF OAS institute is strongly involved in the development and construction of the MORFEO instrument both from a scientific and instrumental point of view. In addition, the instrument will be integrated and tested at the laboratories of INAF-OAS Bologna before being shipped to Chile

**Outline of the PhD project:** The upcoming new generation of extremely large telescopes poses new challenges to the development of the future instrumentation facilities. The wide use of AO facilities enables a good suppression of the aberrations and distortion from the atmospheric turbulence and to partially damp the opto-mechanical instability drifts in the instrumental path. For highly demanding observation modes such as high-resolution imaging, coronagraphy and astrometry, the knowledge and calibration of the instrumental systematic errors is a key aspect in the observation strategy and the data analysis chain.

The current research project proposes to shed light on the potentialities of two independent techniques to assess the opto-mechanical alignment status and potential drifts during the astronomical observations with AO-assisted optical and NIR instrumentation. The candidate will study and compare the use of direct monitoring laser metrology systems as a tool to precisely locate the position of the instrument optics with the indirect optical feedbacks from the AO wavefront sensors. Moreover, the main instrumentation research topic will be combined with a science-oriented topic possibly related to an AO astrometric science case. The first phase of the work will be based on optical (OpticStudio) and computational simulations with the perspective of probing some of the concept developed during the PhD project on the currently available observations facilities like VLT and/or LBT.

**ITA :** La nuova generazione di telescopi estremamente grandi (ELT) attualmente in costruzione in tutto il mondo, apre nuovi campi di esplorazione in astronomia e nuove sfide nel campo della strumentazione. Le dimensioni della prossima generazione di progetti strumentali richiede di affrontare nuovi problemi tecnologici e di comprendere a fondo il comportamento della strumentazione per sfruttare appieno il potenziale di queste strutture.

Il ritorno scientifico degli ELT è estremamente ampio e strumenti come MICADO@ELT utilizzati in combinazione con il modulo di ottica adattiva (AO) MORFEO (Multiconjugate adaptive Optics Relay For ELT Observations) forniranno immagini con una risoluzione spaziale mai raggiunta, almeno dieci volte meglio del telescopio James Webb (JWST) nel vicino infrarosso.

Nel processo di sviluppo particolare attenzione è dedicata, tra gli altri, ai casi scientifici astrometrici in quanto possono portare al completamento di casi scientifici particolarmente importanti, come ad esempio la dinamica delle stelle nelle immediate vicinanze del buco nero centrale nella nostra galassia.

L' Istituto INAF OAS è fortemente coinvolto nello sviluppo e nella costruzione dello strumento MORFEO sia dal punto di vista scientifico che strumentale. Inoltre lo strumento verrà integrato e testato presso i laboratori di INAF-OAS Bologna prima di essere spedito in Cile.

**Profilo del progetto di dottorato:** L'imminente nuova generazione di telescopi estremamente grandi pone nuove sfide allo sviluppo della strumentazione futura. L'ampio utilizzo di strumentazione di ottica adattiva consente una buona soppressione delle aberrazioni e distorsioni dalla turbolenza atmosferica e di diminuire almeno parzialmente le instabilità opto-meccaniche. Per le modalità di osservazione molto esigenti come l'imaging ad alta risoluzione, la coronagrafia e l'astrometria, la conoscenza e la calibrazione degli errori sistematici strumentali è un aspetto chiave nella strategia di osservazione e nelle tecniche di analisi dei dati.

Il progetto di ricerca attuale si propone di far luce sulle potenzialità di due tecniche indipendenti per valutare lo stato di allineamento opto-meccanico e le potenziali derive durante le osservazioni astronomiche condotte con strumentazione ottica e NIR assistita da ottica adattiva.

La candidata o il candidato studierà e confronterà l'uso di sistemi di metrologia laser a monitoraggio diretto come strumento per individuare con precisione la posizione dell'ottica dello strumento attraverso i feedback ottici indiretti dei sensori di fronte d'onda dell'ottica adattiva. Inoltre, il principale argomento di ricerca sulla strumentazione sarà combinato con un argomento più orientato alla scienza, probabilmente correlato a un caso di scienza astrometrica basato su AO. La prima fase del lavoro sarà basata su simulazioni ottiche (OpticStudio) e computazionali con la prospettiva di testare alcuni dei concetti sviluppati durante il progetto di dottorato presso le strutture di osservazione attualmente disponibili come VLT e/o LBT.