

RELAZIONE ANNUALE DI SINTESI



RELAZIONE ANNUALE DI SINTESI

(La presente Relazione deve essere compilata e firmata dal Dottorando)

ATTIVITA' DI RICERCA RELATIVA ALLA 2 ANNUALITA'

DOTTORANDO	LUCIANI HELENA
CUP	J92B23001600007
CORSO DI DOTTORATO	FISICA
ANNO ACCADEMICO	39° - 2025/2026
COORDINATORE CORSO	LONGO FRANCESCO
CODICE BORSA	39-411-33-DOT1333595-6261

Il sottoscritto, in piena coerenza con le tematiche previste dal progetto nell'ambito del quale è stata finanziata la borsa di dottorato e nel rispetto dell'impegno assunto ad effettuare i periodi di attività previsti dal percorso di dottorato finanziato a valere del PNRR, consapevole della responsabilità penale cui può andare incontro in caso di dichiarazione falsa o comunque non corrispondente al vero (art. 76 del D.P.R. n. 445 del 28/12/2000), ai sensi del D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 e ss.mm.ii.

ATTESTA

1. che le principali attività svolte nella 2 annualità sono di seguito riassunte:

ATTIVITÀ SVOLTE
Nel corso del secondo anno di dottorato, l'attività di ricerca si è sviluppata attorno tre argomenti principali e interconnessi: a) lo sviluppo, la validazione e l'ottimizzazione delle simulazioni per il Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO), con particolare attenzione al divergent pointing; b) l'analisi di dati osservativi del telescopio LST-1, focalizzata sullo studio della sorgente extragalattica PG 1553+113; c) l'esplorazione dell'impatto del divergent pointing nel contesto della Extragalactic Survey (EGAL) di CTAO. Queste attività sono state svolte in stretta collaborazione con la comunità CTAO e LST, e sono state ulteriormente rafforzate da un periodo di ricerca presso DESY (Zeuthen, Germania) della durata di tre mesi. Una parte consistente del lavoro è stata dedicata all'acquisizione di una comprensione approfondita e operativa dell'intera pipeline di simulazione CTAO, con l'obiettivo di contribuire in modo attivo alla validazione e all'ottimizzazione degli strumenti di simulazione e analisi. Il flusso completo delle simulazioni è stato analizzato in dettaglio, dalla generazione degli sciami atmosferici estesi, alla simulazione del segnale Cherenkov nei telescopi, fino alla produzione dei file di output finali utilizzati per la ricostruzione e l'analisi scientifica.

Un'attenzione particolare è stata rivolta allo studio sistematico dei parametri di input delle simulazioni, valutandone l'impatto sulla qualità dei dati simulati e sulle prestazioni osservative degli array. Nel corso di quest'anno, il lavoro sul divergent pointing ha raggiunto una fase avanzata. Le simulazioni ufficiali CTAO per due configurazioni divergenti sono state sottomesse sulla GRID, selezionate in accordo con il team INFN e il team di simulazioni CTAO. In parallelo, è stato svolto un ampio lavoro preparatorio per l'analisi di questi dataset: sono stati sviluppati e testati script dedicati, file di configurazione, notebook di analisi e test preliminari, al fine di garantire una pipeline di analisi solida, riproducibile e pronta per l'elaborazione di simulazioni ad alta statistica.

Il periodo di ricerca svolto al DESY (Zeuthen, Germania) ha consolidato il lavoro sulle simulazioni CTAO. Durante questa permanenza, sono stati rivisti e ottimizzati gli script utilizzati per le simulazioni CORSIKA e `sim_telarray`, intervenendo sulla configurazione di diversi parametri e integrando quelli più adeguati allo studio del divergent pointing. Sono state testate diverse configurazioni e confrontate dal punto di vista geometrico, con l'obiettivo di quantificare la frazione di eventi ricostruiti effettivamente contenuti nel campo di vista divergente e investigare le asimmetrie presenti nel layout. È stata inoltre condotta un'analisi sistematica dell'influenza dei parametri iniziali (ad esempio azimuth, altitude, viewcone) sugli eventi simulati, sia per l'array Nord che per l'array Sud di CTAO. Il lavoro che precedentemente veniva svolto utilizzando le risorse del CNAF, è stato spostato sui server DESY, con conseguente installazione e configurazione di tutti i set-up necessari per l'analisi delle simulazioni e il testing della pipeline `ctapipe`. L'interazione con i componenti del CTAO Simulation Team ha permesso di ricevere feedback mirati su aspetti critici della pipeline e di rafforzare il contributo del gruppo INFN allo sviluppo e alla validazione delle strategie di osservazione divergenti.

Un'ulteriore attività di ricerca ha riguardato l'applicazione del divergent pointing al contesto della Extragalactic Survey di CTAO. In questo ambito, è stata avviata un'esplorazione approfondita degli script e degli strumenti utilizzati per la costruzione delle mappe di sensibilità previste dal Key Science Project di CTAO. L'obiettivo è quello di applicare in modo coerente una configurazione divergente dell'array per ridurre il tempo di osservazione necessario a coprire la zona del cielo prevista. Questo studio è motivato dall'esigenza di valutare in modo realistico l'impatto del divergent pointing su survey ad ampio campo, sia in termini di copertura del cielo sia in termini di numero di sorgenti extragalattiche potenzialmente rilevabili, tenendo conto delle specifiche esigenze osservative di una survey EGAL.

Parallelamente alle attività di simulazione, è proseguito il lavoro di analisi dei dati osservativi del telescopio LST-1, con un progressivo consolidamento dell'esperienza nell'analisi dati e negli strumenti di analisi ad alto livello. L'attenzione è rimasta focalizzata sulla sorgente extragalattica PG 1553+113, per la quale sono stati condotti studi dedicati di variabilità temporale, includendo l'analisi della light curve, dello spettro e dei relativi estimatori di variabilità. L'analisi è stata costantemente aggiornata per rimanere allineata alle nuove versioni della pipeline e ai modelli ufficiali. Un aspetto centrale del lavoro ha riguardato il confronto sistematico tra risultati ottenuti utilizzando modelli e linee di declinazione differenti, mettendo in evidenza come l'uso non coerente di tali modelli possa introdurre discrepanze significative nei risultati scientifici. Queste criticità sono state riportate e discusse con gli esperti della collaborazione, contribuendo a chiarire l'origine di differenze osservate in analisi precedenti. Lo stesso approccio di verifica è stato applicato a dataset di riferimento (Crab), rafforzando la conclusione che la coerenza dell'intera catena di analisi è un elemento fondamentale per ottenere risultati affidabili e scientificamente robusti.

È stato ricoperto il ruolo di Fast Offline Analyser per la collaborazione LST, assicurando la disponibilità immediata di risultati preliminari delle osservazioni. Questa attività è particolarmente rilevante durante le osservazioni di Target of Opportunity (ToO), in risposta ad allerta da eventi transienti.

Accanto alle attività di ricerca, ho mantenuto un impegno costante nella divulgazione scientifica. Ho partecipato ad attività rivolte a studenti delle scuole superiori e universitari, con l'obiettivo di introdurre in modo accessibile i concetti fondamentali dell'astrofisica delle alte energie e delle tecnologie utilizzate nei moderni osservatori. Inoltre, ho continuato a partecipare attivamente alle iniziative dell'associazione astronomica universitaria, contribuendo all'organizzazione di eventi pubblici, osservazioni guidate e conferenze divulgative.

PERIODO SOSPENSIONE ATTIVITA'

DAL	AL
-----	----

2. che le sopra descritte attività:

- a. non arrecano danno significativo a nessuno dei sei obiettivi ambientali indicati all'art. 17 del Reg. (UE) 2020/852, e di seguito richiamati:
 - i. Mitigazione dei cambiamenti climatici,
 - ii. Adattamento ai cambiamenti climatici;
 - iii. Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine;
 - iv. Transizione verso l'economia circolare, con riferimento anche a riduzione e riciclo dei rifiuti;
 - v. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo;
 - vi. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.
- b. non ricadono tra le seguenti attività di ricerca cosiddetta "*brown*" in conformità alla Comunicazione della Commissione UE 2021/C 58/01 "*Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio DNSH*";
 - i. attività connesse ai combustibili fossili, compreso l'uso a valle;
 - ii. attività nell'ambito del sistema di scambio di quote di emissione dell'UE (ETS) che generano emissioni di gas a effetto serra previste non inferiori ai pertinenti parametri di riferimento;
 - iii. attività connesse alle discariche di rifiuti agli inceneritori e agli impianti di trattamento meccanico biologico;
 - iv. attività nel cui ambito lo smaltimento a lungo termine dei rifiuti potrebbe causare un danno all'ambiente.
- c. sono conformi alla pertinente normativa ambientale dell'UE e nazionale

Data

13/01/2026

Firma

Helene Lubini