

A1 Titolo dell'attività di ricerca

Materia Oscura, Fisica delle Galassie e Cosmologia Osservativa

A2 Responsabile

(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)

Responsabile Giovanni Covone

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari: S. Capozziello, G. Longo, M. Capaccioli (Prof. Emerito)

Prof. Associati: M. Paolillo

Ricercatori universitari: G. Covone

RTDA:

RTDB:

A4 Collaborazioni con altri enti

INAF, Univ. Catholica del Cile, Space Telescope Science Institute, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, European Southern Observatory, Peking University, Shanghai Normal University, CNRS, ect.

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

E. Cappellaro (INAF), N. Napolitano (INAF), Massimo Brescia (INAF), F. La Barbera (INAF)

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti:

Borsisti Post-doc:

Borsisti:

A7 Dottorandi di Ricerca

Valeria Amaro

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

Il gruppo si concentra sullo studio della Materia Oscura, la Fisica delle Galassie ed aspetti della Cosmologia Osservativa. L'attività nel settore della Materia Oscura affronta gli aspetti teorici, osservativi e sperimentali del problema della natura della materia oscura, seguendo linee di ricerca strettamente collegate, e tutte centrate nel nostro Dipartimento. L'attività di Fisica delle Galassie comprende lo studio osservativo dell'evoluzione delle galassie in funzione dell'ambiente cosmico e del tipo morfologici, utilizzando dati multibanda di numerose collaborazioni internazionali.

La linea di ricerca di Cosmologia Osservativa si concentra sullo studio osservativo delle proprietà su larga scala dell'Universo.

Nella linea di ricerca di Materia Oscura, in ambito osservativo, l'interesse principale è studio le proprietà della distribuzione di materia oscura sulla scala delle galassie e

degli ammassi di galassie, tramite *gravitational lensing*, utilizzando sia dati proprietari che dati pubblici di archivio.

In ambito teorico, l'attenzione è rivolta allo studio delle Teorie Estese della Gravitazione, che permettono di descrivere i fenomeni dinamici e di lensing gravitazionale senza ricorso ad una componente oscura non barionica. Entrambe queste linee di ricerca sono attive nell'ambito di numerose collaborazioni ed accordi internazionali di cui sono promotori i membri del gruppo. Lo sfruttamento efficace di grandi quantità di dati dalle survey astronomiche utilizzate è resa possibile anche attraverso innovative tecniche di *data mining* sviluppate su infrastrutture di calcolo distribuito (si veda la scheda curate dal prof. G. Longo).

Infine, il gruppo è coinvolto nelle attività sperimentali della collaborazione DARKSIDE (cfr. scheda DARKSIDE), rivolta alla rivelazione delle particelle WIMP nell'alone della Galassia.

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016

(max 2000 caratteri)

Durante il triennio, il gruppo ha svolto attività di ricerca teorica, osservativa e sperimentale sul problema della natura e distribuzione della eventuale componente oscura delle strutture cosmiche, e sullo studio osservativo delle proprietà su larga scala del cosmo.

Il lavoro teorico si è concentrato sulle possibili estensioni della Relatività Generale, da un punto di vista formale e applicativo. Si sono analizzate teorie con termini di ordine superiore negli invarianti di curvatura e in presenza di torsione. Il risultato più notevole è che la dinamica a larga scala può ragionevolmente essere spiegata in termini geometrici, estendendo la Relatività Generale, senza l'ausilio di nuove particelle.

Il lavoro osservativo in Materia Oscura e Fisica delle Galassie si è basato principalmente sullo sfruttamento di dati di *imaging* di grandi survey, in particolare quelle condotte al telescopio VST, KiDS, VEGAS, Fornax e VOICE, il cui PI è G. Covone e riunisce una collaborazione di circa 20 ricercatori fra Europa, Sud Africa e Cina. Lo studio della distribuzione di materia oscura è basato sulle tecniche di *strong lensing* per lo studio su scala galattica, e sul *weak gravitational lensing* sulla scala degli ammassi di galassie. Sono state scoperte circa 20 nuove lenti gravitazionali, usando tradizionali tecniche di selezione dei candidati. Contemporaneamente si è avviato uno studio pilota delle applicazioni di tecniche di *machine learning* per la ricerca automatica di tali sistemi (vedi scheda AstroInformatics). I dati delle survey VST hanno permesso lo studio delle popolazioni di ammassi globulari, sia come laboratori di formazione ed evoluzione stellare, che come traccianti della storia evolutiva delle galassie che li ospitano, e del contenuto di materia nelle strutture cosmiche.

In Cosmologia Osservativa, è stata ultimata l'analisi sistematica del segnale di *weak lensing* da un campione completo di oltre 1100 sistemi, ponendo vincoli sulle proprietà della struttura su larga scala del cosmo, ed i parametri cosmologici. Questi lavori sono svolti anche nell'ambito della preparazione scientifica della missione Euclid, ESA.

Infine, membri del gruppo hanno partecipato alle attività dell'esperimento DARKSIDE (vedi scheda relativa), con il compito di modellare la struttura dell'alone galattico per prevedere intensità e modulazione del flusso locale di WIMPS.

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019

(max 2000 caratteri)

Nel prossimo triennio le linee di ricerca sopra elencate subiranno una notevole accelerazione, in particolare perché i progetti osservativi e sperimentali entreranno nella fase culminante della loro attività. In particolare, nel triennio 2016-2018 verranno completate le osservazioni delle survey VST: KiDS, VEGAS, Fornax e VOICE.

Allo stesso tempo dovrà essere portata a termine la prima fase dei principali progetti scientifici guidati dai membri del gruppo: ricerca sistematica e costruzione di un campione di circa 200 nuove lenti gravitazionali, mappa della distribuzione di materia oscura nelle regioni esplorate dalle due survey, ricerca di AGN tramite variabilità ottica (vedi scheda di Astrofisica delle Alte Energie), stima dei redshift fotometrici delle sorgenti.

La ricerca di nuove lenti gravitazionali porterà praticamente a raddoppiare il numero attualmente noto, e permettendo lo studio accurato della proprietà e distribuzione della materia oscura sulla scala delle galassie in funzione della massa dell'alone, del tipo morfologico, dell'epoca di formazione. Inoltre, è prevista la costruzione di un catalogo *mass-selected* di ammassi di galassie tramite la tecnica del *weak lensing*.

La storia di formazione delle galassie e degli Ammassi di Galassie attraverso lo studio delle popolazioni di sistemi stellari (dagli Ammassi Globulari alle Galassie Ellittiche giganti) negli ammassi dell'Universo locale, quali l'Ammasso di Fornax e di Virgo (survey FDS e VEGAS) nonché del contenuto di materia oscura e barionica.

In parallelo, tutte le ricerche di cui sopra saranno utilizzate per rafforzare il contributo del gruppo alla preparazione della missione spaziale Euclid (il più importante satellite astronomico previsto dall'ESA per il prossimo decennio).

Infine, il gruppo intende confermare ed incrementare il proprio contributo al progetto DARKSIDE, la cui collaborazione ha proposto al comitato scientifico di LNGS e agli enti finanziatori un nuovo rivelatore, DS-20k (vedi scheda DARKSIDE).

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))

N. complessivo:

Pubblicazioni più significative:

- Covone, Sereno, Kilbinger et al. (2014), ApJ 784 L25
“Measurement of the Halo Bias from Stacked Shear Profiles of Galaxy Clusters”
- Sereno, Veropalumbo, Covone et al. 2015 MNRAS 449, 414
“New constraints on σ_8 from a joint analysis of stacked gravitational lensing and clustering of galaxy clusters”
- Du, Fan, Covone et al. (2015) ApJ 814, 120 **“Mass-Concentration Relation of Clusters of Galaxies from CFHTLenS”**
- S. Capozziello, D. Borka, P. Jovanović, V. B. Jovanović, **“Constraining Extended Gravity Models by S2 star orbits around the Galactic Centre,” Phys. Rev. D 90 (2014) 4, 044052**
- **Mapping the galaxy color-redshift relation: optimal redshift calibration strategies for cosmological surveys**, Masters D., Capak P., Stern D., Ilbert O., Salvato M., Schmidt S., Longo G., Rhodes J., Paltani S., Mobasher B., Hoekstra H., Hildebrandt H., Coupon J., Steinhard C., Speagle J., Faisst A., Kalinich A., Brodwin M., Brescia M., Cavuoti S., 2015, ApJ, 813, 53
- de Jong, J. T. A., Verdoes Kleijn, G. A., Boxhoorn, D. R., et al. 2015, A&A, 582, A62:
"The first and second data releases of the Kilo-Degree Survey" "
- V. Salzano, S. Capozziello, N. R. Napolitano and D.F. Mota,
“Unifying static analysis of gravitational structures with a scale-dependent scalar field gravity as an alternative to dark matter,” A&A 561 (2014) A131 doi:10.1051/0004-6361/201321061
- Cantiello, M., Capaccioli, M., Napolitano, N., et al. 2015, A&A, 576, A14: **"VEGAS-SSS. A VST early-type galaxy survey: analysis of small stellar systems. Testing the methodology on the globular cluster system in NGC 3115"**
- Symeonidis, M., Georgakakis, A., Page, M. J., Bock, J., Bonzini, M., Buat, V., Farrah, D., Franceschini, A., Ibar, E., Lutz, D., et al. 2014, MNRAS, 443, 3728: **"Linking the X-ray and infrared properties of star-forming galaxies at $z < 1.5$ "**
- Hildebrandt, H.; Viola, M.; Heymans, C., Covone et al., 2017 MNRAS, 465, 1454 **KiDS-450: cosmological parameter constraints from tomographic weak gravitational lensing**

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

G. Covone “**The second halo term in stacked weak lensing analysis**” al “Cosmology with Galaxy Clusters in the XXI century”, Madrid, Novembre 2014

G. Covone “**Search of new gravitational lenses in the KiDS survey**”, “Workshop of the Euclid Strong Lensing Working Group”, Grononigen, Maggio 2015

Data Driven Discovery in Astrophysics, Longo G., Brescia M., S.G. Djorgovski, S. Cavuoti, C. Donalek, keynote talk at the BID’s 14 (Big Data from Space, 2014), November 2014

A. Vecchiato, M. Gai, S. Capozziello, M. De Laurentis, “**Testing Extended Theories of Gravity: Perspectives From the Astrometric Point of View**,” doi:10.1142/9789814623995_0101

I. De Martino, M. De Laurentis, F. Atrio-Barandela, S. Capozziello, “**Probing $f(R)$ gravity with PLANCK data on cluster pressure profiles**,” J. Phys. Conf. Ser. 600 (2015) 1, 012048 doi:10.1088/1742-6596/600/1/012048

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

COST-Action TD-1403

Iniziativa specifica INFN: **QGSKY** (Gr.IV)

Accordo bilaterale Univ. “Federico II” - Peking University (Cina): Resp. G. Covone

Accordo bilaterale Univ. “Federico II” - Shanghai Normal University (Cina): Resp. G. Covone

PRIN-INAF 2011: ***Galaxy Evolution with the VLT Survey Telescope (VST)***; PI locale: G. Covone