

# Università degli Studi di Trieste

## *XX Ciclo di Dottorato di ricerca in FISICA*

### *Progetto di ricerca*

Dottorando *Luigi COSSIO*

### *Ammassi di galassie: dinamica di equilibrio e non equilibrio*

Lo studio della dinamica degli ammassi di galassie è ormai una tradizione ventennale nell'area astronomica triestina. In questi anni sono stati messi a punto, e via via raffinati, metodi di indagine che hanno portato, tra l'altro, all'analisi di grossi campioni di ammassi (es.: Girardi et al. 1998, Girardi e Mezzetti, 2001) che sono stati trattati in modo omogeneo per eliminare la dispersione dei risultati potenzialmente indotta dagli effetti sistematici che diversi metodi di analisi possono introdurre. Questi "protocolli" sono stati poi adottati, completamente o quasi, da altri gruppi che nel mondo eseguono analisi simili.

Nella letteratura sull'argomento si incontra generalmente l'affermazione che gli ammassi di galassie sono le più grosse strutture rilassate presenti nell'universo. Questa è certamente una buona approssimazione nelle zone centrali, dove la densità è di alcune centinaia di volte superiore alla densità media dell'universo. Questo ha portato ad usare il teorema del viriale (derivabile dall'equazione di Jeans indipendente dal tempo) per stimare le masse degli ammassi. I risultati così ottenuti sono in buon accordo con altri metodi di stima della massa, basati sull'emissione X del mezzo intra-ammasso e sull'effetto lente gravitazionale. Questi ultimi metodi funzionano però, in generale, solo per le zone più centrali e dense degli ammassi.

Oggi esistono, liberamente disponibili, grosse quantità di dati su posizioni e velocità radiali di galassie e su ampie zone di cielo (es.: la *2dFRS*, la *SDSS*). Questo inizia a permettere lo studio degli ammassi non solo nelle zone centrali, ma anche alla loro periferia, dove sfumano nel fondo cosmico. Analisi dinamiche di ammassi, fino ad un paio di volte il raggio della zona rilassata ( $r_{200}$ ) sono già state compiute anche a Trieste (Biviano e Girardi, 2003). Nelle zone più esterne non è però più sostenibile l'ipotesi di equilibrio dinamico. Un metodo per affrontare il problema è stato proposto da Diaferio e Geller (1997), ma anch'esso presenta alcuni punti deboli.

Le motivazioni per lo studio degli ammassi di galassie sono molteplici: *i*) lo studio della distribuzione relativa di materia oscura e materia barionica, legata alle rispettive proprietà fisiche; *ii*) la determinazione di masse sempre più affidabili per gli ammassi (questo aspetto ha rilevanza cosmologica perché la densità numerica degli ammassi in funzione della loro massa pone vincoli molto stretti ai parametri cosmologici, ed alla Dark Energy in particolare); *iii*) lo studio della distribuzione delle orbite delle galassie negli ammassi, che vincola l'evoluzione di ammassi e galassie (questo aspetto della dinamica degli ammassi è affrontabile solamente per mezzo delle indagini sulla distribuzione delle galassie, e non con altri metodi).

Quello che ci si propone di fare nel corso del dottorato è anzitutto partire, come risultato minimo, dai dati esistenti in letteratura ed estendere il più possibile la base dati omogenea sugli ammassi di galassie secondo il "protocollo" standard. Un secondo aspetto sarà lo studio della dinamica di non equilibrio degli ammassi, partendo dall'equazione di Jeans con i termini dipendenti dal tempo per apportare correzioni al teorema del viriale "classico" e testare le correzioni proposte, come l'introduzione del termine di superficie (Carlberg et al., 1997, Girardi et al., 1998). Per fare questo, oltre a metodi analitici, si useranno le simulazioni numeriche disponibili a Trieste (Borgani et al., 2004), sulle quali il dottorando ha già lavorato durante il periodo di tesi di laurea. Dal confronto tra

metodi analitici e numerici si spera di trarre utili strumenti per stimare in modo affidabile le masse degli ammassi anche su scale maggiori di  $r_{200}$ , ed a redshift non piccoli. Sarà così possibile un confronto con i metodi già disponibili, come quello di Diaferio e Geller (1997) sopra citato. Si cercherà infine di analizzare le zone a bassa densità, dove l'evoluzione dinamica della struttura a grande scala è ancora lineare o quasi, alla ricerca di stimatori di massa per strutture non rilassate, come i superammassi di galassie o i filamenti. In tutti questi metodi le galassie sono dei "traccianti" nella distribuzione della materia (prevalentemente Dark Matter) a grande scala; lo studio delle loro orbite, possibilmente in funzione del tipo morfologico, darà ulteriori informazioni anche sulla loro evoluzione, in connessione pure con l'ambiente entro il quali si trovano ad evolvere.

Il dottorando  
Dott. Luigi Cossio

Il tutore  
Prof. Marino Mezzetti