

## CURRICULUM DI MARIA RITA CASALI

Maria Rita Casali, nata a Sassuolo (MO) il 30/07/1963, si è **laureata in MATEMATICA con lode** presso l'Università degli Studi di Modena il 27/06/1986, presentando la tesi *“Rivestimenti di varietà e loro rappresentazioni”* (relatore il Chiar.mo Prof. Mario Pezzana).

Dopo avere usufruito di una borsa di studio C.N.R. sotto la direzione del Prof. Mario Pezzana (dal 01/09/1986 al 31/08/1987) e di una Borsa di Ricerca dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica “F. Severi” sotto la direzione del Prof. Carlo Gagliardi (dal 01/01/1989 al 15/07/90), il 16/07/90 ha assunto servizio come **Ricercatore** (non confermato) per il raggruppamento di discipline n.89 presso la **Facoltà di Scienze Mat. Fis. Nat. dell'Università degli Studi di Modena**; dal 16/07/93 è stata immessa nel ruolo dei Ricercatori Universitari (settore scientifico-disciplinare A01C: Geometria), avendo superato il necessario giudizio di conferma. Ha poi sostenuto con esito positivo il Concorso pubblico a posti di Professore Universitario di ruolo, fascia degli Associati, indetto con DD.MM. 22/12/95 e 29/02/96 per il settore scientifico-disciplinare A01C (GEOMETRIA); il 01/11/99 ha preso servizio con la qualifica di **Professore Associato** del settore scientifico-disciplinare A01C (GEOMETRIA) **presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**.

Ha ottenuto **l'idoneità alla prima fascia** nella valutazione comparativa per il settore A01C - GEOMETRIA bandita in data 30/03/1999 dalla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna; in seguito alla chiamata da parte del Consiglio della Facoltà di appartenenza, ha preso servizio in qualità di professore straordinario per il settore MAT/03- GEOMETRIA in data 01/11/2001.

Dal 01/11/2004, avendo superato il necessario giudizio di conferma, è diventata **professore ordinario** per il settore MAT/03- GEOMETRIA presso la **Facoltà di Ingegneria di Modena dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**.

Afferisce al **Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche** dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia fin dalla sua costituzione.

Nell'anno accademico 1991/92, è risultata inoltre vincitrice di una delle Borse di Studio messe in palio dalla “Fondazione Francesco Severi”.

### ATTIVITA' DIDATTICA

- In qualità di ricercatore, negli a.a. dal 1990/91 al 1998/99, ha svolto esercitazioni in aula relative ai corsi di Geometria I o Geometria II (C.L. Matematica) e di Geometria (C.L. Ing. Materiali - Facoltà di Ingegneria) o Geometria (C.L. Ing. Meccanica - Facoltà di Ingegneria - sede di Modena).
- Ancora in qualità di ricercatore, ha tenuto supplenze di insegnamento (conferite all'interno dei propri compiti didattici) dei seguenti corsi:
  - a.a. 95/96: TOPOLOGIA ALGEBRICA II (C.L. Matematica);
  - dall'a.a. 1996/97 al 1998/99: GEOMETRIA (C.L. Ing. Materiali e C.L. Ing. Meccanica - Facoltà di Ingegneria).

- In qualità di professore, ha tenuto i seguenti corsi (come compito didattico di base o per affidamento gratuito):
  - dall'a.a. 1999/2000 al 2002/2003: GEOMETRIA o GEOMETRIA A e GEOMETRIA B (C.L. Ing. Materiali e C.L. Ing. Meccanica);
  - dall'a.a. 2003/2004 al 2007/2008: GEOMETRIA A (C.L. Ing. Informatica), GEOMETRIA B (C.L. Ing. Materiali e C.L. Ing. Meccanica) e MATEMATICA DISCRETA (L.S. Ing. Informatica);
  - dall'a.a. 2008/2009 al 2010/2011: GEOMETRIA (C.L. Ing. Informatica), GEOMETRIA (C.L. Ing. Elettronica e C.L. Ing. Telecomunicazioni) e MATEMATICA DISCRETA (L.S. Ing. Informatica);
  - dall'a.a. 2011/2012 all'a.a. in corso: GEOMETRIA (C.L. Ing. Informatica) e MATEMATICA DISCRETA (L.M. Ing. Informatica, dall'a.a. 2018/2019 fruito anche da LM Matematica).
- Ha infine svolto attività didattica presso la Accademia Militare di Modena (dal 1994 al 1999 in qualità di Professore Aggiunto direttamente presso l'istituto, e successivamente come affidamento per supplenza da parte della Università di Modena e Reggio Emilia) per i seguenti insegnamenti:
  - dall'a.a. 1994/1995 al 2008/2009: un insegnamento ogni anno tra *Matematica Discreta e Algebra e Geometria* (Indirizzo: Informatica), *Matematica per l'Economia* (Indirizzo: Scienze Politiche), *Istituzioni di matematiche* (Corso di Diploma universitario in Scienze Strategiche), GEOMETRIA B – I.E.I (Corsi di Laurea in Ingegneria I.E.I.);
  - dall'a.a. 2009/2010 all'a.a. in corso: GEOMETRIA – I.E.I (Corsi di Laurea in Ingegneria I.E.I.).

## ATTIVITA' SCIENTIFICA

Gli studi e le ricerche di MARIA RITA CASALI si sono essenzialmente svolti nell'ambito della topologia geometrica (o PL), utilizzando in particolare la tecnica di rappresentazione delle varietà triangolabili di dimensione  $n$  qualunque mediante particolari grafi  $(n+1)$ -colorati sugli spigoli, detti "cristallizzazioni".

Lo studio è attuato anche con l'ausilio di opportuni strumenti di calcolo automatico, che consentano la manipolazione, la codificazione e l'eventuale riconoscimento degli enti geometrici rappresentati. A questo fine sono stati attivati appositi progetti ISCR-Cineca ("*Generation and classification of PL-manifolds catalogues via contracted coloured triangulations*", progetto di tipo C, e "*Cataloguing PL-manifolds in dimension 3 and 4 via crystallization theory*", progetto di tipo B, di entrambi dei quali M.R. Casali è stata Principal Investigator), finalizzati alla parallelizzazione dei programmi di generazione e classificazione di triangolazioni contratte di 3-varietà, e alla loro implementazione attraverso le opportunità offerte da BCX cluster e SP6 system.

Una particolare attenzione è riservata al problema della classificazione TOP e PL delle varietà, rispetto ad alcuni invarianti definiti all'interno della teoria delle cristallizzazioni (*genere regolare* e *gem-complexity*) o in relazione con la teoria dei *random tensors*, che – nell'ambito della fisica teorica – generalizza a dimensione arbitraria il modello delle *random matrices*, già utilizzato con frutto per la *quantum gravity* in dimensione due. In questo contesto, assume specifica importanza la nozione di *Gurau-degree*, da cui dipende la  $1/N$  espansione dei modelli tensoriali di dimensione superiore, e che è definito in modo naturale sui grafi colorati. Lo studio delle proprietà del G-degree, in relazione alla topologia delle varietà e varietà singolari rappresentate, e alle motivazioni e conseguenze in ambito fisico, ha permesso di costruire una fruttuosa interazione tra i due diversi campi di indagine scientifica.

I risultati ottenuti sono oggetto di oltre cinquanta pubblicazioni, e si inquadrano nei seguenti indirizzi di ricerca:

- Relazioni intercorrenti fra le rappresentazioni di varietà tramite grafi colorati e come rivestimenti ramificati della sfera.
- Classificazione delle varietà PL in base al “genere regolare” e confronto tra diversi invarianti, con particolare riferimento alle dimensioni quattro e cinque.
- Ricerca di un insieme di movimenti combinatori in grado di realizzare l'omeomorfismo tra varietà con bordo, con eventuale proprietà di equivarianza rispetto al bordo.
- Enumerazione sintetica delle varietà attraverso elaboratore elettronico; classificazione topologica e riconoscimento automatico delle varietà in dimensione tre.
- Studio delle proprietà delle triangolazioni colorate delle  $n$ -varietà compatte, a confronto con quelle delle triangolazioni simpliciali.
- Analisi di potenziali algoritmi per il riconoscimento della sfera tridimensionale, proposti da autori diversi.
- Dimostrazione alternativa del classico teorema di Rohlin relativo al cobordismo delle 3-varietà orientabili.
- Relazioni intercorrenti fra le rappresentazioni di varietà tramite link numerati e tramite grafi colorati, sia in dimensione tre che in dimensione quattro.
- Confronto tra diverse nozioni di “complessità”, con particolare riferimento alla stima della complessità (secondo Matveev) attraverso la teoria delle cristallizzazioni e la GM-complexity.
- Generazione, suddivisione in classi di omeomorfismo topologico e analisi completa di cataloghi di cristallizzazioni con fissato numero di vertici (con decomposizione JSJ delle 3-varietà rappresentate).
- Rappresentazione combinatoria e riconoscimento di fibrati torici su  $S^1$  e di varietà del tipo  $KB(A)$  – ottenute da due copie dell' $I$ -fibrato orientabile sulla bottiglia di Klein – all'interno di cataloghi esistenti di 3-varietà.
- Estensione al caso con bordo della nozione di Gem-Matveev complexity; studio della sua relazione con la "modified Heegaard complexity" e con la complessità di Matveev.
- Stime della complessità di Matveev per complementi di nodi torici e varietà di Seifert con base il 2-disco e due fibre eccezionali.
- Confronto tra complessità di Matveev, GM-complexity e gem-complexity, per gli spazi lenticolari. Dimostrazione della esistenza di classi infinite di spazi lenticolari per cui complessità di Matveev e GM-complexity coincidono.
- Generazione di cataloghi esaustivi di 4-varietà PL, attraverso cristallizzazioni rigide e prive di dipoli, con numero crescente di vertici.
- Elaborazione di un algoritmo di classificazione PL per  $n$ -varietà rappresentate tramite cristallizzazioni, attraverso opportune successioni di movimenti combinatori.
- Classificazione PL di tutte le 4-varietà chiuse fino a gem-complexity 8.
- Caratterizzazione delle 4-varietà PL che ammettono cristallizzazioni semplici; dimostrazione della additività della gem-complexity e del genere regolare rispetto alla somma connessa, per varietà che ammettono cristallizzazioni semplici.
- Determinazione di limiti inferiori per il genere regolare e la gem-complexity delle 4-varietà PL; conseguenze sulla stima del genere regolare delle 4-varietà prodotto.

- Definizione e caratterizzazione delle 4-varietà PL che ammettono cristallizzazioni semi-semplici; dimostrazione della additività della gem-complexity e del genere regolare rispetto alla somma connessa, per varietà che ammettono cristallizzazioni semplici.
- Relazioni tra invarianti PL di varietà definiti tramite grafi colorati (in particolare: gem-complexità e genere regolare) e il "*Gurau-degree*", definito su grafi colorati all'interno della teoria relativa ai "colored tensor models" in "quantum gravity". Dimostrazione della finitezza-a-uno del Gurau-degree per varietà e varietà singolari di dimensione arbitraria. Dimostrazione della uguaglianza tra gem-complexity e Gurau-degree delle varietà in dimensione tre. Classificazione delle varietà e varietà singolari di "basso" G-degree, sia in dimensione 3 che in dimensione quattro.
- Caratterizzazione delle cristallizzazioni di 4-varietà compatte che minimizzano gli invarianti genere regolare, gem-complexity e G-degree.
- Studio delle trisezioni di 4-varietà compatte indotte da triangolazioni colorate.
- Identificazione di classi di triangolazioni colorate che inducono decomposizioni in manici "speciali" (ovvero prive di 1-manici e 3-manici) per 4-varietà PL compatte.

#### SOFTWARE PRODOTTO:

- **DUKE III:** A program to handle edge-coloured graphs representing PL n-dimensional manifolds.
- **Gamma-class:** A program to subdivide a set of rigid crystallizations of closed 3-manifolds into equivalence classes, whose elements represent homeomorphic manifolds
- **CRYSTALLIZATION CATALOGUES AND ARCHIVES OF CLOSED 3-MANIFOLDS WITH LOW GEM-COMPLEXITY:** a collection of algorithmic procedures, which can be used to construct essential catalogues of bipartite and/or non-bipartite edge-coloured graphs representing all orientable and/or non-orientable 3-manifolds triangulated by a given number of coloured tetrahedra.
- **TORUS BUNDLE:** A program to construct edge-coloured graphs representing torus bundles over the circle.
- **c\_GM:** A program to compute GM-complexity of edge-coloured graphs representing closed 3-manifolds.
- **Gamma-class\_4dim:** A program to subdivide a set of rigid crystallizations of closed 4-manifolds into equivalence classes, whose elements represent homeomorphic manifolds.

#### PARTECIPAZIONI A CONVEGNI, CONGRESSI, SEMINARI SCIENTIFICI

MARIA RITA CASALI ha partecipato ad oltre 40 congressi scientifici nazionali ed internazionali, portando in molti casi il suo contributo attraverso comunicazioni, comunicazioni su invito e conferenze su invito. Ha inoltre tenuto seminari scientifici nell'ambito della Topologia Geometrica in diverse Università italiane e in centri di ricerca esteri.

È stata tra gli organizzatori del convegno "*COMPUTATIONAL AND GEOMETRIC TOPOLOGY - A conference in honour of Massimo Ferri and Carlo Gagliardi on their 60th birthday*", Bertinoro (FC), dal 17 al 19 giugno 2010. In particolare, ha curato la redazione dei Proceedings del convegno, pubblicati sulla rivista Atti Sem. Mat. Fis. Univ. Modena e Reggio Emilia.

È stata (insieme a Vincent Rivasseau) tra gli organizzatori del Workshop congiunto italo-francese "COLORED GRAPHS AND RANDOM TENSORS", Laboratoire de Physique Theorique d'Orsay, CNRS e Univ. Paris Sud, dal

14-01-2016 al 15-01-2016. All'interno di tale Workshop ha presentato – su invito – due conferenze di 50' sui fondamenti e gli sviluppi della teoria delle cristallizzazioni: "COLOURED GRAPHS REPRESENTING PL N-MANIFOLDS: MOVES AND CODE" e "CRYSTALLIZATIONS OF PL 4-MANIFOLDS".

È co-organizzatore (insieme a Luigi Grasselli di UniMORE, A. F. Costa Gonzales dell'UNED di Madrid e B. Benedetti dell'Università di Miami) del minisimposio "APPLIED COMBINATORIAL AND GEOMETRIC TOPOLOGY" all'interno dell'ottavo Congresso Europeo di Matematica (8ECM – Portoroz, Slovenia), in programma per l'estate 2020 ma rinviato a luglio 2021 a causa dell'emergenza COVID-19.

## INCARICHI ISTITUZIONALI

- Componente "Servizio monitor della didattica" per la Facoltà di Ingegneria – sede di Modena, a.a. 2000/2001.
- Organizzazione corsi di sostegno alla didattica (settore MAT/03 – Geometria), prima per la Facoltà di Ingegneria – sede di Modena e poi per il Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari".
- Organizzazione corsi introduttivi di Matematica per le matricole della Facoltà di Ingegneria – sede di Modena, all'inizio di ogni anno accademico, a partire dal 1999/2000; organizzazione, gestione e correzione delle relative prove finali di valutazione dell'apprendimento.
- Segretario del Consiglio di Facoltà di Ingegneria – sede di Modena, a.a. 2001/2002.
- Segretario del Consiglio di Corso di Laurea in Ingegneria Informatica (ed Elettronica e Telecomunicazioni), a.a. 2001/2002.
- Membro del Comitato per il decennale della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
- Presidente del seggio elettorale n.6 – Facoltà di Ingegneria – sede di Modena per lo svolgimento delle elezioni dei rappresentanti dei ricercatori nel Consiglio di Facoltà per lo scorcio del triennio accademico 2001/02, 16 maggio 2002.
- Membro (e segretario) del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in Matematica dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
- Membro (e segretario) della Commissione scientifica del Dipartimento di Matematica dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
- Docente incaricato dalla Facoltà di Ingegneria di Modena dell'Università di Modena e Reggio Emilia per il coordinamento delle attività di supporto alla didattica, a partire dall'a.a. 2003/2004.
- Presidente della commissione esaminatrice per la prova di ammissione al Dottorato di Ricerca in Matematica (XX ciclo e XXII ciclo), Università di Modena e Reggio Emilia.
- Referee per diverse riviste internazionali di matematica e reviewer per il Zentralblatt MATH.
- Membro del Comitato di Redazione della rivista "Atti Sem. Mat. Fis. Univ. Modena e Reggio Emilia".
- Presidente della Commissione Didattica della Facoltà di Ingegneria "Enzo Ferrari" dell'Università di Modena e Reggio Emilia, dal 2009 al 2012.
- Dal 2012, ricopre congiuntamente il ruolo di membro della Commissione Didattica del Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche e della Commissione Didattica del Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", con ruolo di raccordo tra i due Dipartimenti.
- Nel 2014 ha presieduto la Commissione per l'assegnazione degli incentivi 2012 per l'Università di Modena e Reggio Emilia – fascia dei Professori Ordinari.

- Nel luglio 2014 è stata nominata dal Rettore come membro del gruppo di lavoro per la Didattica dell'Università di Modena e Reggio Emilia; ha mantenuto tale incarico fino a ottobre 2019.
- Dall'anno accademico 2018/2019 è stata nominata membro di Giunta del Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche, oltre che Presidente della Commissione Didattica del Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche.
- In giugno 2019 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi di Firenze come componente della Commissione giudicatrice per una procedura valutativa del Settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra (s.s.d. MAT/03 Geometria).
- Da luglio 2019 è membro del Consiglio della Scuola di Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, essendo stata eletta dal Consiglio di Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche come proprio rappresentante.