

## 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, fruito dall'a.a. 2018/2019 anche da L.M. Matematica e dall'a.a. 2023/2024 pure da L.M. Artificial Intelligence Engineering).
  
- 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 al 2020/2021: GEOMETRIA – I.E.I (Corsi di Laurea in Ingegneria I.E.I.);
  - dall'a.a. 2021/2022 all'a.a. in corso: GEOMETRIA e ALGEBRA LINEARE – Il gruppo (Corso di Laurea in Scienze Strategiche).

## 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 sessanta 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'1-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* otto.
- 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-complexity* 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*.
- 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.
- Procedimento algoritmico per ottenere, a partire da un qualunque diagramma di Kirby (con o senza componenti puntate) un grafo 5-colorato rappresentante la 4-varietà compatta associata. Stime della *gem-complexity* e del genere regolare di tali 4-varietà.
- Studio delle trisezioni di 4-varietà compatte associate a triangolazioni colorate; stima del *trisection genus* di una 4-varietà chiusa attraverso il calcolo del *G-trisection genus*; stima del *G-trisection genus* per tutte le 4-varietà compatte che ammettono una decomposizione in manici priva di 3-manici.
- Trisezioni di 4-varietà chiuse indotte da triangolazioni colorate; stima del *trisection genus* di tutte le 4-varietà chiuse orientabili tramite proprietà dei relativi *Kirby diagrams*.

#### 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.

#### ORGANIZZAZIONE E PARTECIPAZIONE 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 stata 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 giugno 2021 a causa dell'emergenza COVID-19.

Ha tenuto, su invito, un seminario online da titolo “*KIRBY DIAGRAMS AND 5-COLORED GRAPHS REPRESENTING COMPACT 4-MANIFOLDS*” in data 06-09-2021, all'interno del ciclo “*Seminars on knot theory and related topics*”, organizzato dai Proff. Manturov, Ilyutko, Nikonov, Fedoseev and Kim (Moscow State University).

Ha organizzato, insieme a Paola Cristofori, il ciclo di “*Seminari di Topologia Geometrica*” svoltosi presso il Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia nel mese di settembre 2021 (n. 8 seminari online).

È stata Presidente del Comitato Organizzatore e membro del Comitato Scientifico per il Convegno Internazionale “*Geometric Topology, Art, and Science*”, svoltosi a Modena (08/06/2023) e a Reggio Emilia (09-10/06/2023); in tale veste ha tenuto, il 09/06/2023, la Prolusione ufficiale del Convegno. Ha inoltre presentato, in collaborazione con Paola Cristofori e Luigi Grasselli, un poster dal titolo “*Topology in colored tensor models*”.

In data 17/06/2024 terrà un intervento dal titolo “*TRISECTIONS OF PL 4-MANIFOLDS ARISING FROM COLORED TRIANGULATIONS*” durante il IX European Congress of Mathematics (9ECM - Siviglia, Spagna, dal 15 al 19 luglio 2024).

## 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.
- In giugno 2015 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi di Bologna come componente della Commissione valutatrice della selezione per un posto da Ricercatore a tempo determinato di tipo B per il settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra (s.s.d. MAT/03 Geometria).
- 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 sia per il triennio 2019-2022 che per il triennio 2022-2025.
- In ottobre 2020 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi di Bari come componente della Commissione valutatrice della selezione per un posto da Ricercatore a tempo determinato di tipo A per il settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra (s.s.d. MAT/03 Geometria).
- In dicembre 2020 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi della Basilicata come componente della Commissione giudicatrice per una procedura valutativa da Professore di ruolo di II fascia per il settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra (s.s.d. MAT/03 Geometria).
- In giugno 2021 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi di Napoli Federico II come componente della Commissione giudicatrice per una procedura valutativa da Professore di ruolo di II fascia per il settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra (s.s.d. MAT/03 Geometria).

- In aprile 2022 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia come componente (membro interno designato dal Dipartimento) della Commissione giudicatrice per una procedura valutativa da Ricercatore a tempo determinato di tipo B per il settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra, s.s.d. MAT/03 Geometria.
- In ottobre 2023 è stata nominata dal Rettore della Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia come componente (membro interno designato dal Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria) della Commissione giudicatrice per una procedura valutativa da Professore Ordinario per il settore concorsuale 01/A2 Geometria e Algebra, s.s.d. MAT/03 Geometria.