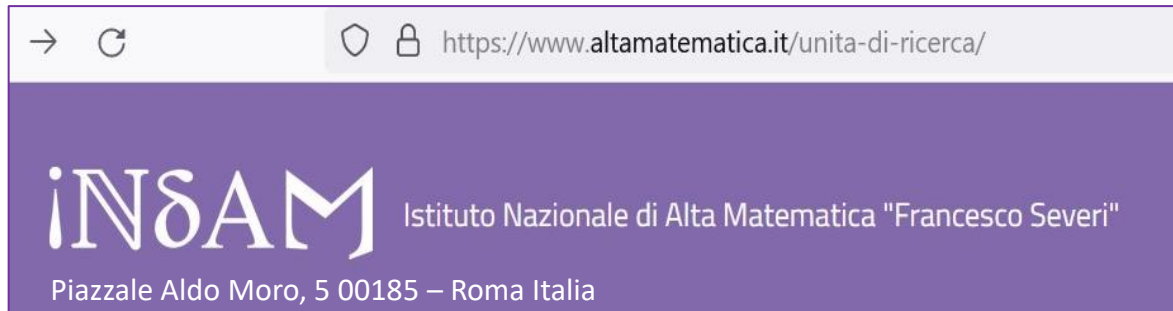


# Unità di Ricerca INdAM@Università del Salento



Allo scopo di promuovere la **ricerca scientifica** e l'alta formazione nelle discipline matematiche, il **Dipartimento** collabora con l' **Istituto Nazionale di Alta Matematica "Francesco Severi" - INdAM** ed ospita una sua **Unità di Ricerca (Direttore prof.ssa I. Sgura)** alla quale afferiscono tutti gli aderenti ai **Gruppi Nazionali:**

- **GNAMPA:** Gruppo Nazionale per l'Analisi Matematica, la Probabilità e le loro Applicazioni → **Analisi, Probabilità**
- **GNCS:** Gruppo Nazionale per il Calcolo Scientifico → **Analisi Numerica, Informatica**
- **GNFM:** Gruppo Nazionale per la Fisica Matematica → **Fisica Matematica**
- **GNSAGA:** Gruppo Nazionale per le Strutture Algebriche, Geometriche e loro Applicazioni → **Algebra, Geometria**

Le **attività INdAM** includono il finanziamento di: *Congressi Scientifici, Progetti Giovani Ricercatori, incontri di divulgazione scientifica, partecipazione a Convegni internazionali, borse di studio per l'estero*

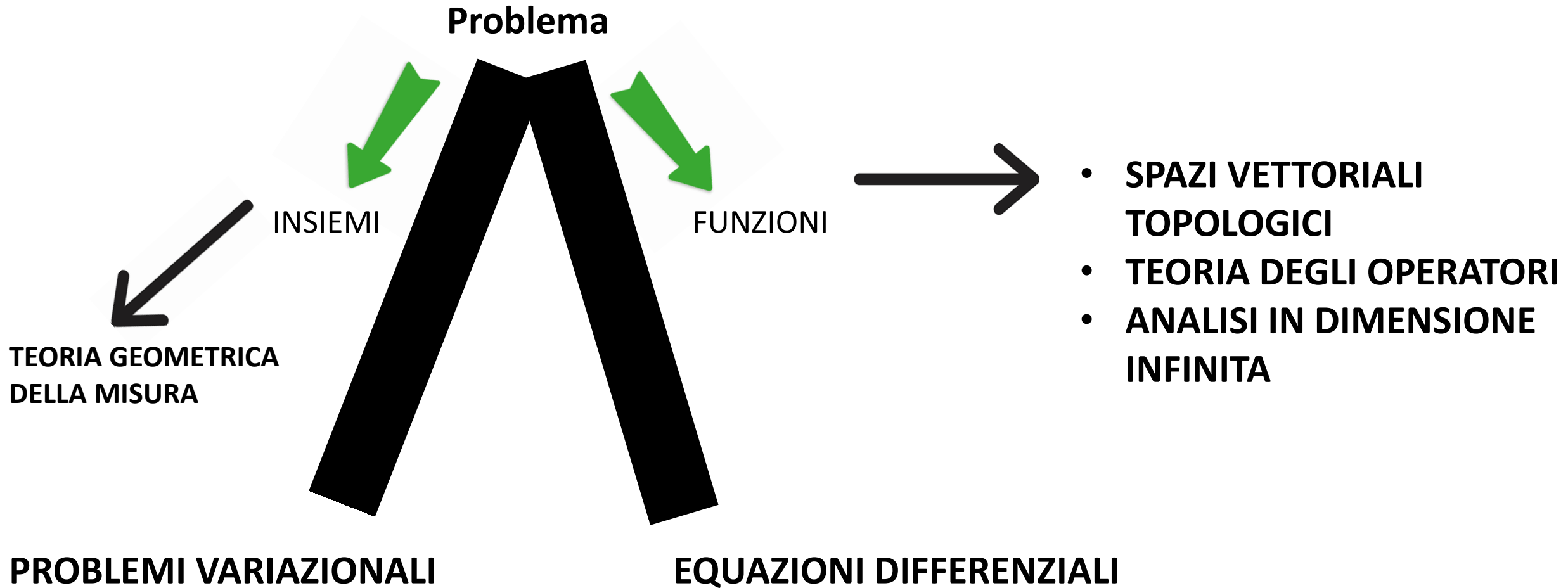
**Maggiori info (in fase di aggiornamento) su:** <https://www.matfis.unisalento.it/innovazione/unita-di-ricerca>

	GNAMPA: ANALISI / PROBABILITA'		GNCS: ANALISI NUMERICA INFORMATICA	GNFM: FISICA MATEMATICA	GNSAGA: ALGEBRA / GEOMETRIA
PROFESSORI RICERCATORI / PHD POSTDOC	<b>Equazioni Differenziali e Sistemi Dinamici</b> ANGIULI L. FERRARI S. NEGRO L. PASSASEO D. SPINA C.	<b>Analisi Funzionale e Armonica</b> ALBANESE Angela CAMPITI M. MANGINO E. M. MELE C. METAFUNE G.	<b>Analisi Numerica</b> D'AUTILIA M.C. FRITTELLI M. QUARTA M. G. SGURA I.	<b>Meccanica dei sistemi discreti</b> ALBANESE Linda CHERUBINI A. M.	<b>Geometria Differenziale</b> ANTONINI P. CALVARUSO G. GIANNOTTA A. PERRONE D.
	<b>Calcolo delle Variazioni, Teoria del Controllo e Ottimizzazione</b> CARBOTTI A. CITO S. LEACI A. PALLARA D.	<b>Probabilità</b> DURANTE F. SALVADORI G.	<b>Informatica</b> BILO' V. CARUSO A. VINCI C.	<b>Meccanica dei continui fluidi</b> DE BARTOLO S. DE MATTEIS G.	<b>Geometria algebrica e algebra commutativa</b> FILIPPINI S.A.
				<b>Meccanica dei continui solidi</b> ARAMINI A. ATTANASI R. DE PASCALIS R. LISI F. VITOLO R.	<b>Strutture algebriche e geometria combinatoria</b> ALBANO A. CATINO F. MAZZOTTA M. SICILIANO S. STEFANELLI P.

«Ci sono più cose in cielo e in terra, Orazio, che non nella tua filosofia!» (Amleto-Shakespeare)



# Gruppo di Ricerca in ANALISI MATEMATICA



# Gruppo di Ricerca in ANALISI MATEMATICA

- **Spazi vettoriali topologici- Teoria degli operatori** *A. Albanese, S. Ferrari, E. Mangino, C. Mele*
- **Analisi in dimensione infinita** *L. Angiuli, S. Ferrari, D. Pallara*
- **Teoria dell'approssimazione** *M. Campiti*
- **Equazioni differenziali**

Equazioni e sistemi differenziali ellittici e parabolici (prototipo equazione del calore  $u_t = u_{xx}$ ) vengono da modelli di diffusione e sono legate ad *equazioni stocastiche*

*L. Angiuli, S. Ferrari, E. Mangino, G. Metafuno, L. Negro, D. Pallara, C. Spina*

- **Problemi Variazionali e Teoria geometrica della misura**

Ricerca di minimi e punti critici di funzionali dipendenti da funzioni o insiemi.

Metodi: ricerca diretta dei minimi oppure risoluzione di equazioni ellittiche.

Applicazioni: Analisi di immagini, proprietà dei materiali, problemi di geometria differenziale, ottimizzazione di forma (Can one hear the shape of a drum?)

*A. Leaci, D. Pallara, D. Passaseo, A. Carbotti, S. Cito*

*Problemi più recenti del trasporto ottimo: applicazioni all'intelligenza artificiale, machine learning, reti neurali.*

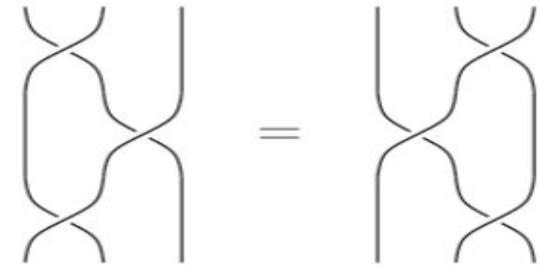
**COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI:** *Baltimora, Chemnitz, Dresda, Eichstätt, Karlsruhe, Memphis, Murcia, Orléans, Savoie, Tokyo, Valencia,...* **E NAZIONALI:** *Bologna, Brescia, Ferrara, Milano, Napoli, Padova, Parma, Pavia, Pisa, Salerno...*



# Gruppo di Ricerca in **ALGEBRA**

Il **gruppo di ricerca in Algebra** affronta tematiche di ricerca attualmente molto attive all'interno del panorama internazionale, quali:

- studio di strutture algebriche connesse con l'**equazione di Yang-Baxter**, nota equazione della meccanica statistica (o **relazione intrecciata**) che prende il nome dal fisico premio Nobel *Yang* e dal fisico *Baxter*.  
In particolare, le *skew brace*, strutture che includono i classici *anelli radicali*.



- studio dell'**equazione pentagonale**, una nota equazione della fisica moderna, a cui è naturalmente associata una *struttura di semigrupp*. In particolare, l'interesse è posto alla descrizione di specifiche classi di soluzioni collegate a semigrupp
- studio delle **Algebre di Lie modulari**, algebre involuanti ristrette, algebre di Lie associate ad altre strutture, algebre con involuzione, superalgebre di Lie, coomologia di algebre di Lie, rappresentazioni di algebre di Lie ristrette e algebre di Poisson.



Il gruppo promuove incontri seminariali periodici nell'ambito di «*InformAlgebra*», coinvolgendo sia ricercatori da tutto il mondo che studenti del nostro dipartimento. Maggiori dettagli sugli incontri futuri e passati si possono trovare al link:

<https://sites.google.com/unisalento.it/informalgebra/home>

F. Catino è presidente dell'associazione no-profit **AGTA - Advances in Group Theory and Applications** (<https://www.advgrouptheory.com/>). A giugno 2023 si è tenuta a Lecce l'ottava edizione di «AGTA 2023» in collaborazione con l'Università degli Studi di Napoli Federico II e l'Università degli Studi della Campania «Luigi Vanvitelli».



S. Siciliano insieme a J. Adashev, I. Kaygorodov e M. Khrypchenko organizza periodicamente dei seminari online nell'ambito di **ENAAS**:

<https://sites.google.com/view/enaaw/home>



## EVENTI (passati e futuri):

- A Febbraio 2024 si è tenuto la settima edizione di «**VII International Workshop on Non-Associative Algebras in Lecce**» (S. Siciliano e P. Stefanelli membri del Comitato Scientifico, A. Albano e M. Mazzotta membri del Comitato Organizzatore).
- A Luglio 2024 si terrà un mini-symposium dal titolo «**Groups, Skew Braces, and the Yang-Baxter equation**» a Siviglia (Spagna) durante il «9° European Congress of Mathematics» organizzato dall'EMS - **European Mathematical Society** (M. Mazzotta membro del Comitato Organizzatore).
- A Ottobre 2024 si terrà «**AGTA Workshop - Reinhold Baer Prize 2024**» presso il Dipartimento di Matematica e Applicazioni «R. Caccioppoli» dell'Università degli Studi di Napoli Federico II (F. Catino membro del Comitato Scientifico).
- A Giugno 2025 terremo la nona edizione del Convegno AGTA 2025.

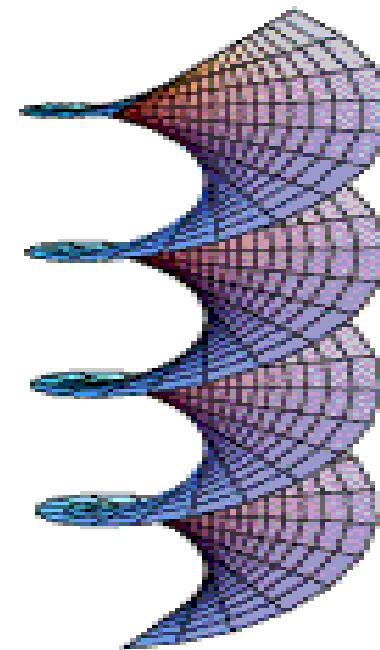
Alcuni di questi eventi sono finanziati dal nostro Dipartimento e dall'INDAM – GNSAGA ([Gruppo Nazionale per le Strutture Algebriche, Geometriche e le loro Applicazioni](#)).



# Gruppo di Ricerca in GEOMETRIA

A partire dalla geometria euclidea, il concetto di **spazio** si è evoluto in varie direzioni fino ad arrivare alla moltitudine di concetti presenti nella geometria contemporanea. Un nucleo comune ai diversi approcci è il concetto di **trasformazione** o simmetria di uno spazio. Lo studio di queste trasformazioni utilizzando strumenti provenienti da tutti gli ambiti della matematica caratterizza la geometria.

Siamo coinvolti in numerosi progetti nazionali e internazionali in:  
geometria **differenziale**,  
geometria **discreta** e **combinatoria**,  
geometria **algebrica** e teoria delle **rappresentazioni**,  
**didattica** della geometria e  
geometria **non commutativa**.





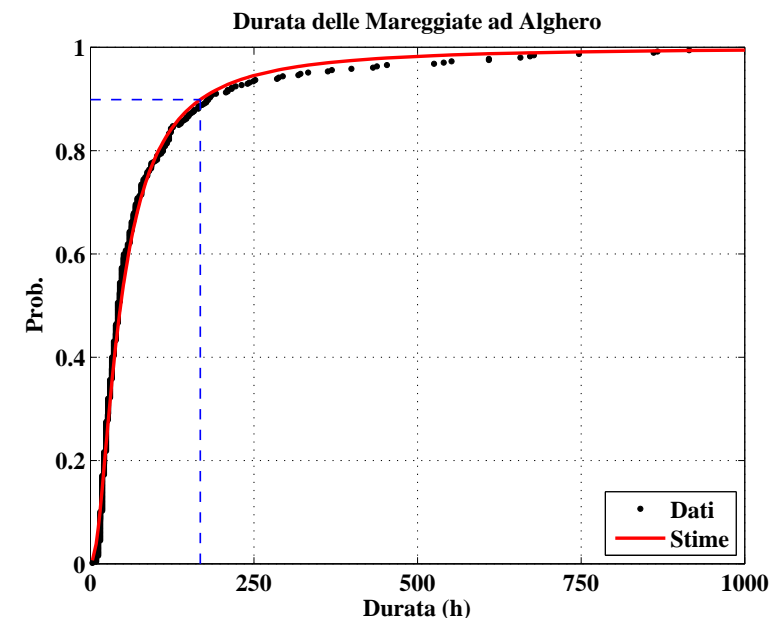
# Gruppo di Ricerca in **PROBABILITA' e STATISTICA**

## **Modelli Statistici di Eventi Estremi Catastrofici**

(piogge, inondazioni, siccità, mareggiate, tornado, perdite in Borsa, fallimenti bancari e assicurativi...)

## **Modelli Statistici Multivariati ove le variabili in gioco SONO dipendenti** (Teoria delle **Copule**)

- **HAZARD & RISK ASSESSMENT MULTIVARIATO**
- **PROGETTAZIONE E DESIGN MULTIVARIATO**
- **CAMBIAMENTI CLIMATICI**
- **COLLABORAZIONI CON CENTRI NAZIONALI E INTERNAZIONALI IN VARI SETTORI DELLA RICERCA IN CAMPO AMBIENTALE**





# Gruppo di Ricerca in **FISICA MATEMATICA**

## Equazioni alle Derivate Parziali & Applicazioni Tecnologiche

- Metodi geometrici di studio e classificazione di equazioni differenziali integrabili.
- Metodi di calcolo simbolico e numerico per la soluzione di problemi ingegneristici (brevetto ESA)

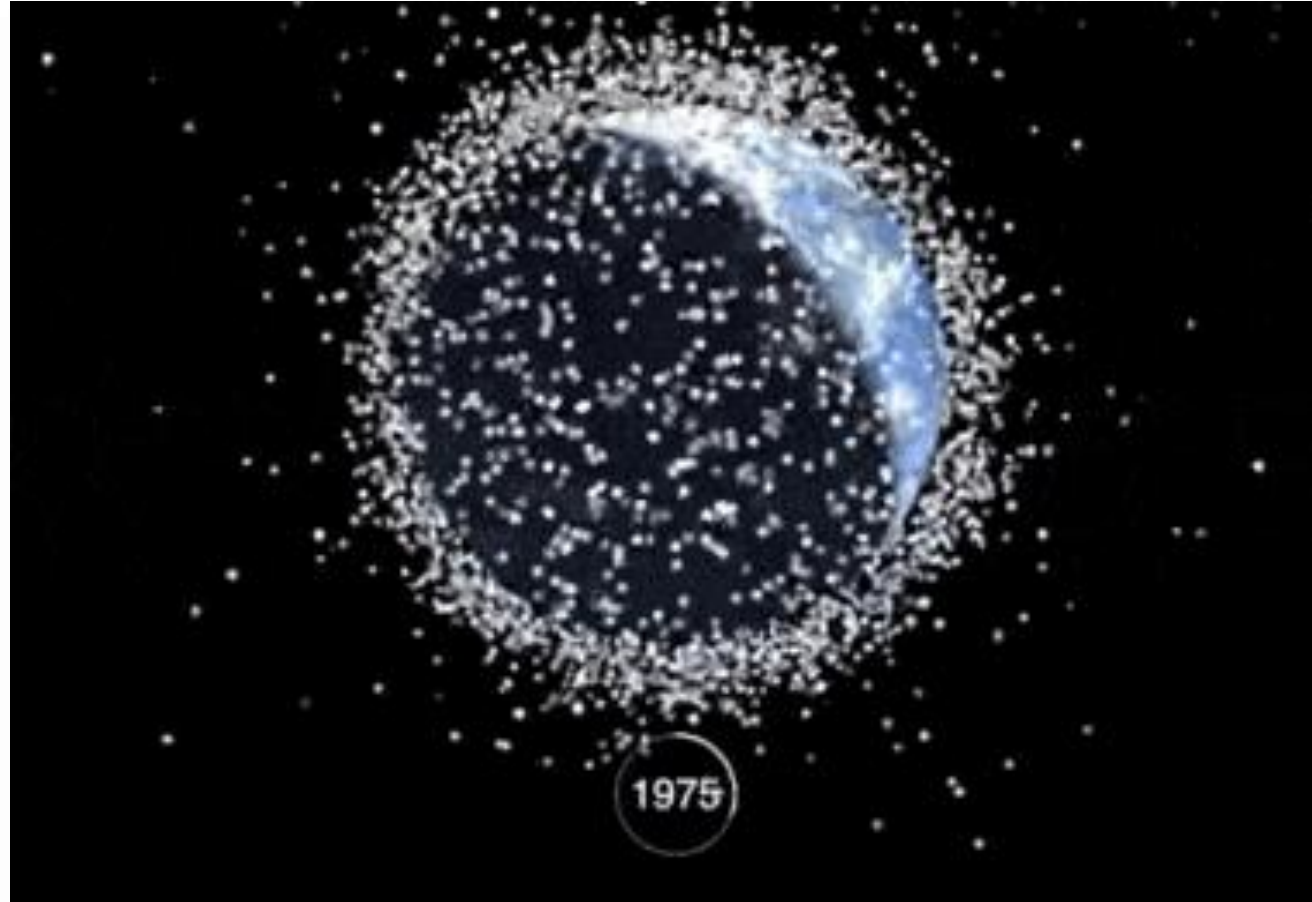
## Sistemi dinamici classici e random

- Teoria delle perturbazioni in sistemi Hamiltoniani classici e con rumore.
- Sistemi dinamici random
- Transizioni critiche in sistemi complessi

## Sistemi Hamiltoniani

- Hamiltoniane con perturbazione stocastica
- Meccanica celeste: *biliardo galattico*

## Space debris



<https://www.youtube.com/watch?v=wPXck85wMSQ>

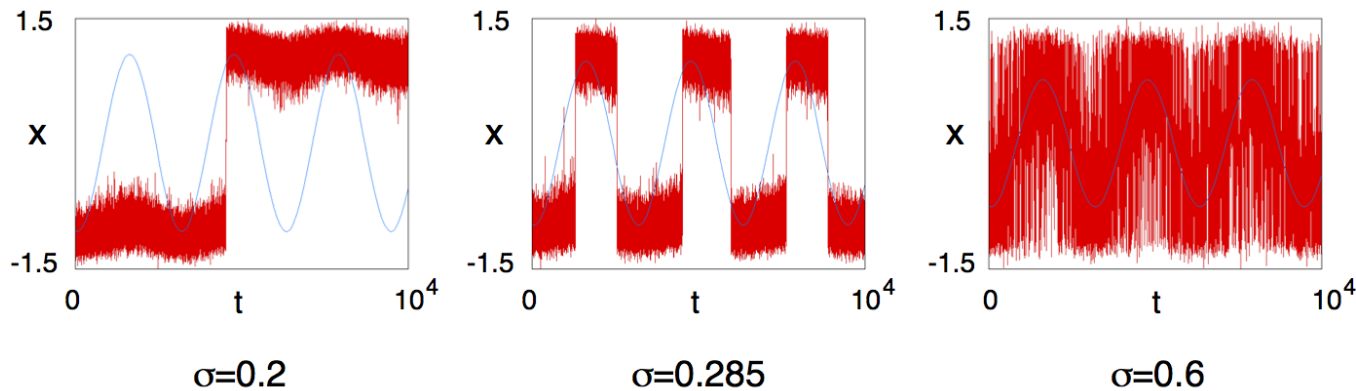


## Sistemi dinamici random. Esempio: risonanza stocastica



A model for the stochastic resonance is given by a **stochastic differential equation with periodic forcing**:

$$dx = (ax - bx^3)dt + A \cos(nt) dt + \sigma dW_t \quad a, b, \sigma > 0 \quad x \in \mathbf{R}$$



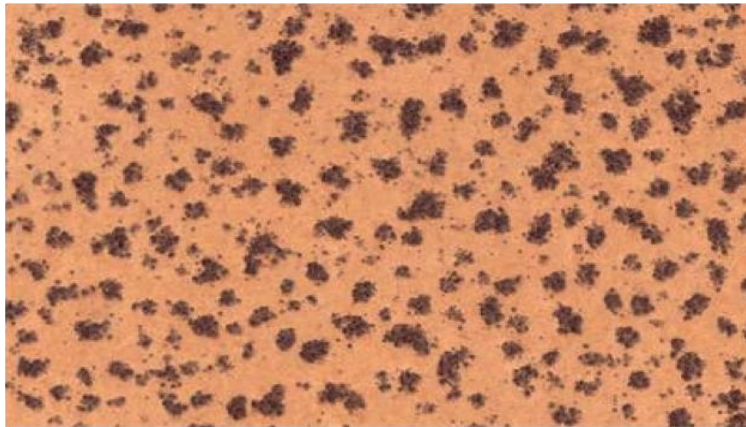
For an interval of values of  $\sigma$  the system shows a periodicity; outside the interval the periodicity is lost.

## Transizioni critiche: Desertificazione

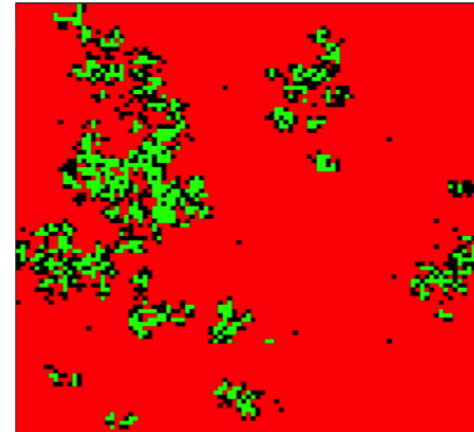
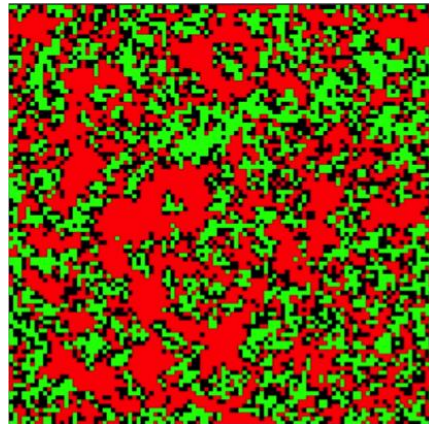
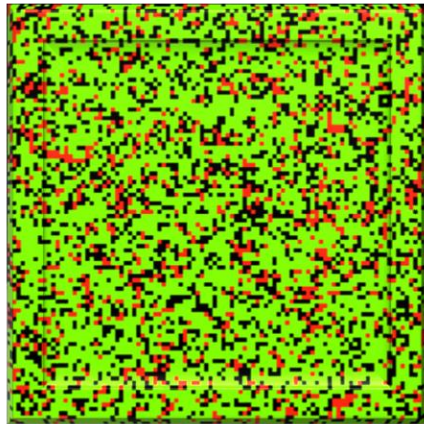


## Early warning signals for desertification transitions

The formation of **vegetation patterns** is typical in semi-arid ecosystem at risk of desertification and a signal of approaching transitions, and has been extensively studied as a source of indicators.



- The dynamics of patches in a semi-arid ecosystems under increasing external stress is effectively simulated by a stochastic cellular automaton. Green cells correspond to vegetation; black and red cells correspond respectively to empty or degraded soil.
- The desertification critical transition corresponds to the extinction of the vegetation and full degradation of the soil.





# Gruppo di Ricerca in ANALISI NUMERICA

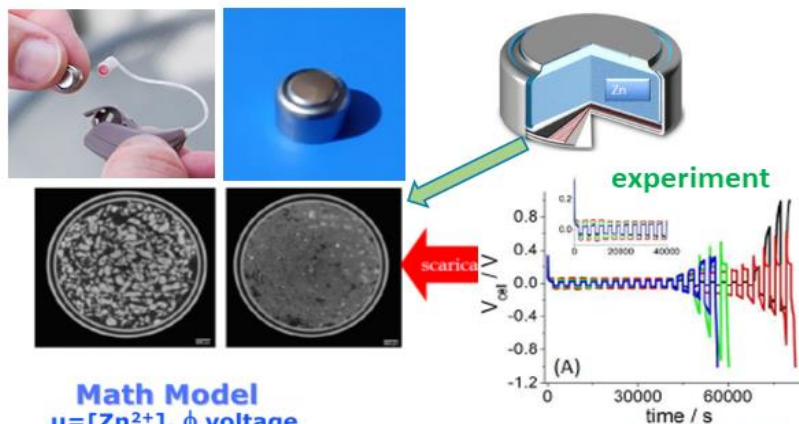
**Metodi numerici** innovativi per modelli differenziali e data analysis

**Applicazioni:** battery modeling, pattern formation per crescita dei metalli  
parameter identification mediante Deep Learning



## BATTERY MODELING

*charge/recharge of Zinc-Air coin cell*



**Math Model**  
 $u = [Zn^{2+}], \phi$  voltage

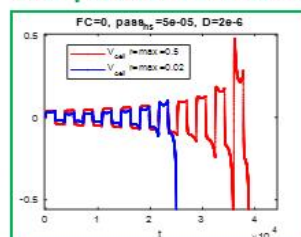
$$i(t) = \frac{I(t)}{A \cdot k_o(x=0, L, t)}$$

$$J = -D \cdot \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{zDF}{RT} \cdot u \cdot \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial J}{\partial x} \quad \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = 0$$

$$\pm D \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0,t} - \frac{zDF}{RT} \cdot u(x=L, 0, t) \cdot \frac{\partial \phi}{\partial x} \Big|_{x=0,t} = \frac{i(t)}{zF}$$

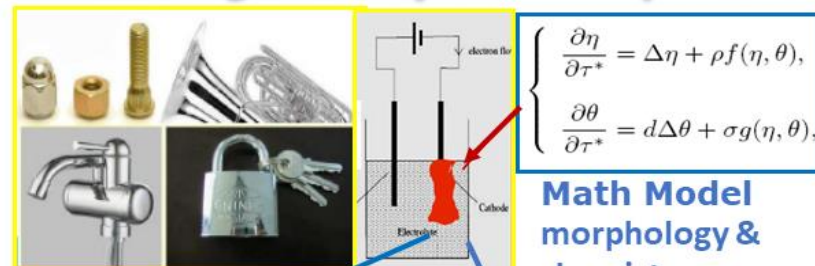
$$V_{cell} = \phi(L, t) - \phi(0, t)$$

**computer simulation**



## ELECTROCHEMISTRY

*metal growth by electrodeposition*

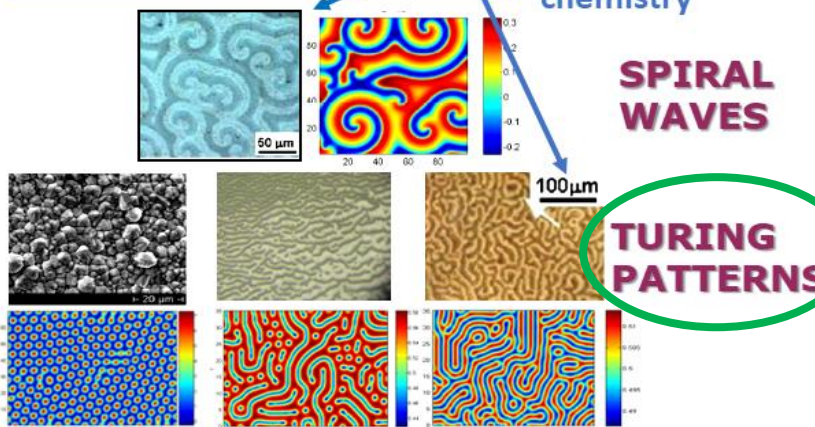


$$\begin{cases} \frac{\partial \eta}{\partial \tau^*} = \Delta \eta + \rho f(\eta, \theta), \\ \frac{\partial \theta}{\partial \tau^*} = d \Delta \theta + \sigma g(\eta, \theta), \end{cases}$$

**Math Model**  
morphology & chemistry

**SPIRAL WAVES**

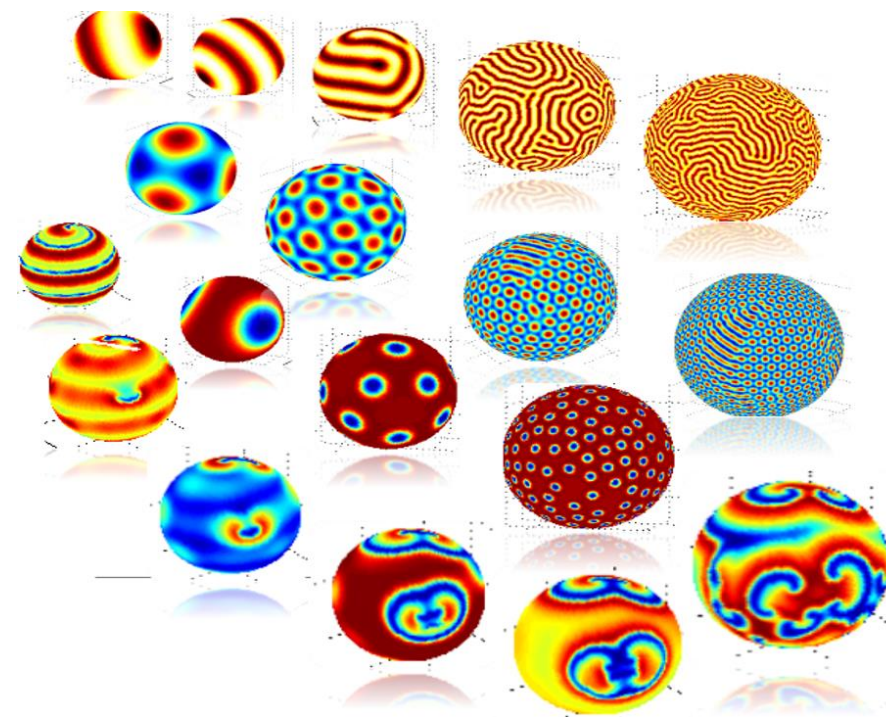
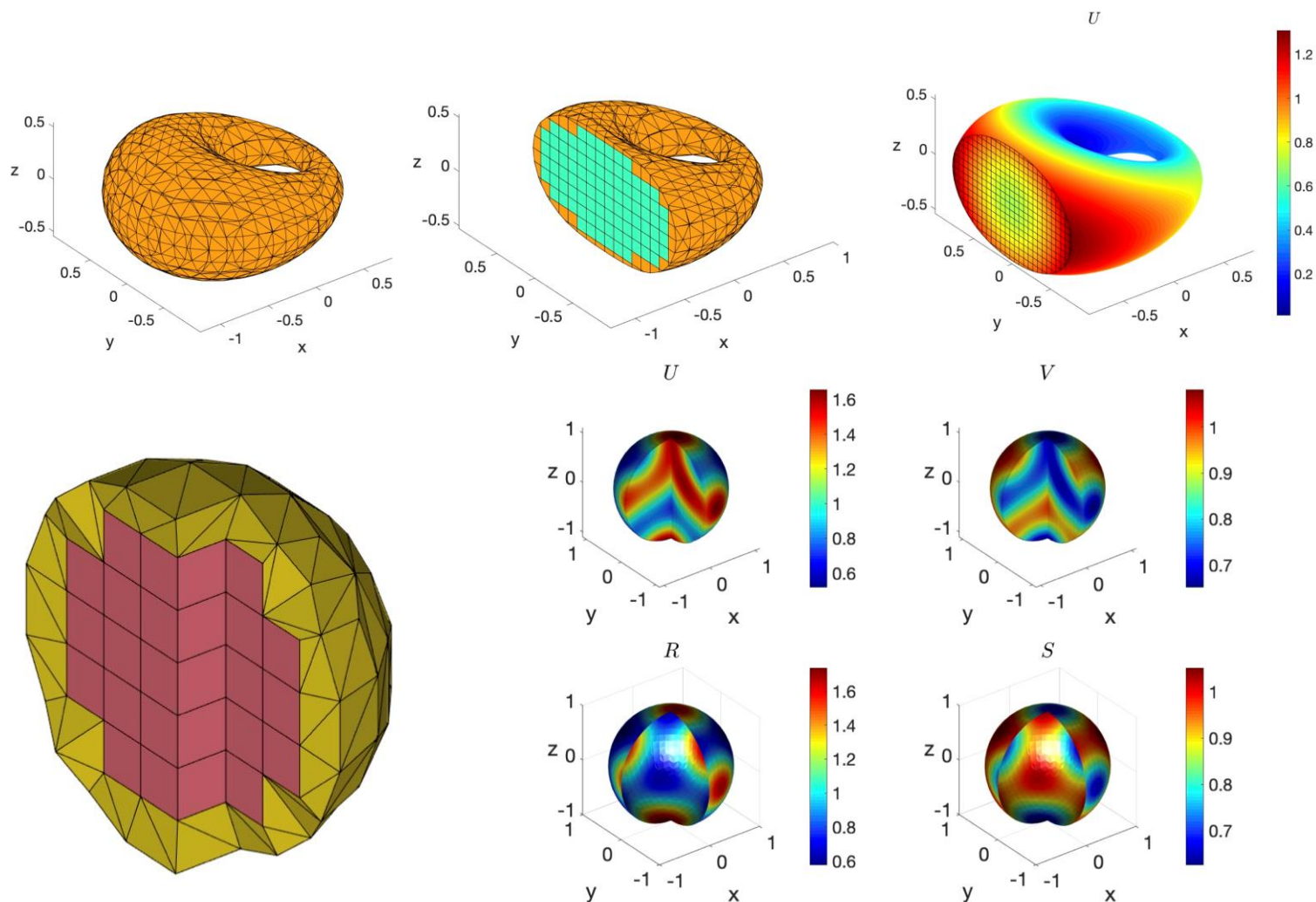
**TURING PATTERNS**



## Collaborazioni

- B. Bozzini (PoliMI)
- D. Licitignola (UniCassino)
- G. Saccomandi (UniPG)
- A. Alla (UniVE)
- V. Simoncini (UniBO)
- R. Barreira (Lisbona,PT)
- A. Lawless (Reading,UK)
- A. Madzvamuse (Vancouver, CA)
- M. Ricard (Havana, Cuba)
- Elettra Sincrotrone (Trieste)
- Diamond Synchrotron (Oxford, UK)

## Metodi numerici innovativi per modelli differenziali e data analysis







# Gruppo di Ricerca in INFORMATICA

La crescente complessità del mondo digitale richiede lo sviluppo di **algoritmi sempre più efficienti e performanti**. Il gruppo di ricerca in **Informatica** si propone di affrontare tale sfida focalizzandosi sulle seguenti aree di ricerca:

## Teoria Algoritmica dei Giochi

per affrontare il comportamento egoistico e non-cooperativo degli agenti in sistemi complessi (come il *World Wide Web*).

## Internet of Things and Cyber-Physical Systems

analisi e progettazione di protocolli distribuiti, con particolare attenzione verso l'efficienza energetica.

## Ottimizzazione Stocastica e Machine Learning (ML)

per supportare in modo ottimale le decisioni, in presenza di informazioni e dati incerti.

## Deep Learning for Video and Image Understanding

Ricostruzione scene post-eventi catastrofici (sisma, inondazione) da video e immagini catturate con droni, per valutazione impatto assicurativo. Analisi di Immagini Satellitari per Agricoltura di Precisione.

## Collaborazioni con Aziende

- **Elif** (analisi dati e ML)
- **Exprivia** (sicurezza e ML)
- **Asi e Planetek** (Agricoltura di Precisione)
- **CDS Hotels** (Algoritmi e ML - in fase di definizione)
- **UNIPOL e UNIPOLSAI** (ML, video, 3d, droni, post-alluvione)
- **BANCA INTESA** (ML, satellite, agrotech, financial risk)

## Collaborazioni con Altri Atenei

- Gran Sasso Science Institute (L'Aquila) – **Università di Pisa**
- Università di Chieti-Pescara** – **Università Ca' Foscari Venezia**
- Università di Salerno** – **Università Federico II di Napoli**
- Università degli Studi dell'Aquila** – **UNINT** (Roma)
- Aarhus University** (Danimarca)
- Athens University of Economics and Business** (Grecia)
- University of Castilla-La Mancha** (Spagna)
- University Paris-Dauphine** (Francia)
- University of Ottawa** (Canada) – **Charles University** (Rep. Ceca)
- Cyprus University** (Cipro) – **SUTD** (Singapore)
- Hasso Plattner Institute** (Potsdam, Germania)
- IÉSEG School of Management** (Lille/Parigi, Francia)