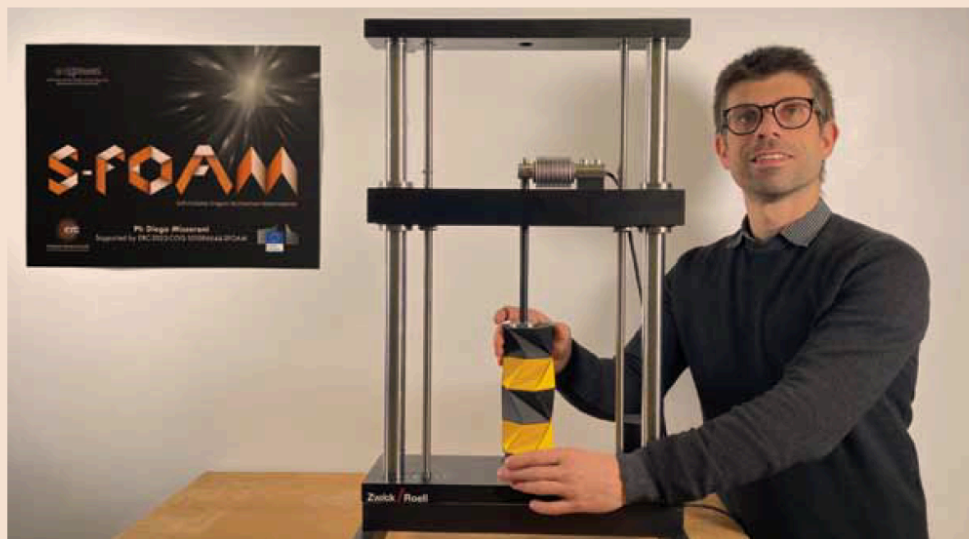


■ UNIVERSITÀ DI TRENTO / Progetto S-Foam: sviluppare materiali adattabili ispirati all'antica arte giapponese, promettendo rivoluzioni in settori come l'aerospaziale, il biomedicale e la robotica

L'arte degli origami nella progettazione di metamateriali

Diego Misseroni del Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale: "Tecnica adatta per lo sviluppo di materiali innovativi, le cui proprietà meccaniche possono variare nel tempo"

Diego Misseroni, Professore Ordinario di Costruzioni e Strutture Aerospaziali presso il Dicom - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica dell'Università di Trento, è riconosciuto a livello internazionale per la sua eccezionale carriera accademica e il suo impegno nella ricerca. Uno dei suoi traguardi più significativi è l'ottenimento di un prestigioso finanziamento ERC (European Research Council) di 2 milioni di euro per il pionieristico progetto S-Foam (Self-Foldable Origami-Architected Metamaterials). Avviato nel gennaio 2024 e con conclusione prevista per la fine del 2028, questo progetto rappresenta un passo avanti fondamentale nella ricerca sui metamateriali. S-Foam si ispira alle antiche tecniche degli origami e dei kirigami, le arti giapponesi di piegare e tagliare la carta (rispettivamente dal giapponese "oru" piegare, "kami" carta e "kiru" tagliare, "kami" carta), con l'obiettivo di progettare materiali con proprietà meccaniche uniche e adattabili. Questo progetto promette di rivoluzionare settori cruciali come l'aerospaziale, la biomedica e la robotica, creando soluzioni innovative per una vasta gamma di applicazioni. Ma cosa si intende con il termine "metamateriale"? "Un metamateriale è un materiale artificiale composto da una serie di celle elementari, che formano la sua microstruttura. La geometria di queste celle è progettata con precisione e determina le proprietà fisiche del materiale, come la resistenza e la rigidità. Modificando la geometria delle celle a livello microscopico, è possibile ottenere proprietà fisiche estreme e regolabili a scala macroscopica, pur mantenendo lo stesso materiale di base". Introdurre l'arte degli origami nella progettazione di metamateriali può



Diego Misseroni, Professore Ordinario di Costruzioni e Strutture Aerospaziali presso il Dicom - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica dell'Università di Trento

portare, secondo il prof. Misseroni, a un significativo avanzamento tecnologico: "La tecnica dell'origami permette di creare modelli e forme tridimensionali estremamente complesse semplicemente piegando un foglio di carta. Questo concetto è particolarmente adatto per lo sviluppo di materiali innovativi, le cui proprietà meccaniche possono variare nel tempo. Gli origami consentono infatti di progettare materiali che possono cambiare forma tra configurazioni compatte ed estese. Considerando che le proprietà meccaniche di un metamateriale dipendono dalla geometria della cella di base, questa combinazione permette di ottenere proprietà meccaniche variabili e adattabili. Questa versatilità rende l'origami una tecnica rivoluzionaria per creare materiali intelligenti in grado

di trasformarsi e adattarsi dinamicamente a diverse esigenze e condizioni ambientali, aprendo nuove possibilità per l'ingegneria e le tecnologie". Le applicazioni di questi materiali sono davvero stupefacenti, come spiega il prof. Misseroni. "Questi materiali trasformabili saranno fondamentali per le tecnologie del futuro in settori diversi come l'aerospaziale, il biomedico, la soft robotica, l'ingegneria, la sismica e l'architettura. Nel settore solare, ad esempio, saranno utilizzati per ottimizzare l'efficienza dei pannelli fotovoltaici seguendo il movimento del sole". In ambito aerospaziale e civile, saranno possibili strutture più leggere, resistenti e facilmente trasportabili, riducendo il consumo di carburante, materiale utilizzato ed emissioni di CO₂. Nel campo biomedico, si potranno crea-

re dispositivi medici che si integrano perfettamente con il corpo umano, migliorando comfort e funzionalità, o per il trasporto e il rilascio di farmaci in punti precisi del corpo. Nella robotica leggera, permetteranno la creazione di robot flessibili e adattabili, capaci di interagire in modo sicuro ed efficace con l'ambiente e gli esseri umani. In architettura, offriranno nuove possibilità per edifici intelligenti, ottimizzando l'uso dello spazio, l'illuminazione e l'efficienza energetica. Inoltre, i dispositivi indossabili rappresentano un settore in rapida crescita grazie al progresso nell'elettronica e nell'informatica, supportato dall'intelligenza artificiale. Presto, il monitoraggio del battito cardiaco o del livello di insulina tramite abbigliamento intelligente collegato a smartphone

sarà comune, così come l'interazione con umanoidi in vari ambiti lavorativi e domestici. Queste innovazioni richiedono nuove strategie di progettazione basate sui principi degli origami, garantendo la capacità di adattarsi confortevolmente e in modo sicuro ai movimenti umani, manipolando delicatamente oggetti fragili o navigando con precisione in spazi complessi attraverso bracci robotici omnidirezionali. "Questi materiali innovativi non solo rivoluzioneranno diverse industrie, ma contribuiranno anche alla protezione dell'ambiente e al miglioramento complessivo della qualità della vita, diventando essenziali per

il futuro dell'umanità e del pianeta", sottolinea Misseroni.

Il prof. Misseroni dirige il Lab4DREAMS presso il Dicom all'Università di Trento, acronimo di Laboratory for the Design of Reconfigurable Metamaterials & Structures (<https://misseroni.dicom.unitn.it/>), che può essere interpretato anche come "Lab for Dreams" o "Laboratorio dei sogni". Questa denominazione riflette il sogno realizzato del professore, come lui stesso spiega: "Fin da giovane ho avuto una passione per il modellismo, l'artigianato e l'ingegneria meccanica. Ero affascinato dal funzionamento degli ingranaggi e mi dava soddisfazione costruire con le mie mani. Questa passione ha radici profonde, legate alla falegnameria di mio padre a Terzolas, nella Val di Sole, in Trentino. Dopo aver conseguito la laurea in Ingegneria Civile, ho proseguito con il dottorato in Engineering of Civil and Mechanical Structural Systems presso l'Università di Trento, sotto la guida del Prof. Bigoni, il cui insegnamento coinvolgeva la profondamente stimolato il mio interesse per la ricerca. Successivamente, ho completato periodi di ricerca presso l'Università di Liverpool, la Georgia Tech di Atlanta e infine la Princeton University. Il progetto ERC vinto da Misseroni, si aggiunge agli altrettanto prestigiosi riconoscimenti internazionali ottenuti negli anni, quali il premio "Thomas J.R. Hughes Young Investigator Award"-ASME- Applied Mechanics nel 2024, l'Extreme Mechanics Letters (EML) Young Investigator Award, il Fulbright award e il Zwick Roell Science Award, la medaglia Paul Roell nel 2022 e il premio AIMETA-Associazione italiana di Meccanica teorica e applicata-Junior Price nel 2017.



Il progetto S-Foam trae ispirazione dalle antiche tecniche giapponesi degli origami e dei kirigami, le arti di piegare e tagliare la carta. Esempio di prova di laboratorio eseguita su un modello di tassellazione Origami Eggbox



Esempi di tassellazioni origami: Eggbox, Kresling e Trimorph