

Un nuovo ERC Starting Grant al Politecnico per progettare le metastrutture del futuro

3.9.2026 - | Politecnico di Torino

Sviluppare strutture capaci di ridurre le vibrazioni e, allo stesso tempo, sostenere carichi elevati. È questa la sfida al centro di R3DEFINE - Reconfigurable, Responsive and Robust 3D mEtastructures For frequency Isolation and filtEring, il progetto di Riccardo Augello, ricercatore del gruppo MUL2 - MULTilayered structures and MULTifield analyses del Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale-DIMEAS del Politecnico, coordinato dal professor Erasmo Carrera.

Il progetto, finanziato con 1,475 milioni di euro, si è aggiudicato un **ERC Starting Grant**, uno dei più prestigiosi e competitivi finanziamenti dello European Research Council, destinato a ricercatrici e ricercatori nelle prime fasi della propria carriera indipendente per sviluppare progetti ad alto potenziale innovativo.

Il progetto **R3DEFINE**, della durata di cinque anni, svilupperà nuovi strumenti di simulazione per **studiare e progettare al computer il comportamento delle metastrutture tridimensionali** prima di realizzarle fisicamente. Il nuovo modello sarà basato sulla **Carrera Unified Formulation (CUF)**, una metodologia sviluppata dal gruppo MUL2 che permette di rappresentare strutture molto complesse in modo accurato, riducendo allo stesso tempo i costi computazionali. Sarà così possibile simulare **come le metastrutture si deformano, cambiano configurazione e reagiscono alle diverse sollecitazioni**, informazioni fondamentali per progettare soluzioni capaci di controllare efficacemente le vibrazioni.

Al centro di R3DEFINE ci sono le **metastrutture**, strutture ingegnerizzate le cui proprietà dipendono non soltanto dai materiali utilizzati, ma soprattutto dalla loro **geometria e architettura interna**. Modificandone opportunamente la configurazione, è possibile controllare il modo in cui le vibrazioni si propagano al loro interno e intervenire sulle frequenze che vengono isolate o filtrate.

La prima sfida del progetto riguarda proprio le frequenze più difficili da controllare: quelle **ultra-basse**. Isolarle richiede infatti strutture che tendono a essere molto deformabili, una caratteristica difficilmente conciliabile con la necessità di **sostenere carichi elevati**. R3DEFINE punta a superare questo limite progettando metastrutture capaci di combinare **isolamento alle frequenze ultra-basse, robustezza e capacità portante**.

Un secondo obiettivo riguarda invece la **direzione delle vibrazioni**. R3DEFINE punta a ottenere un **isolamento omnidirezionale**, capace cioè di attenuarle **qualunque sia la direzione da cui provengono**. Per raggiungere questo risultato sono necessarie architetture realmente tridimensionali, molto più complesse da simulare rispetto ai modelli bidimensionali oggi più comunemente utilizzati.

Queste sfide sono racchiuse nello stesso nome **R3DEFINE**, che richiama le tre caratteristiche alla base del progetto - **reconfigurable, responsive and robust**, ovvero **ricongfigurabile, responsivo e robusto** - insieme alla natura tridimensionale delle metastrutture. L'elemento innovativo sarà proprio **riunire queste caratteristiche in un'unica soluzione**, progettando strutture compatte e resistenti, capaci di riconfigurarsi e di isolare vibrazioni a frequenze molto basse provenienti da direzioni diverse.

Per sviluppare queste strutture, R3DEFINE combinerà **simulazioni numeriche, fabbricazione e sperimentazione**. I modelli guideranno la progettazione e l'ottimizzazione dei prototipi, che saranno successivamente realizzati e sottoposti a prove sperimentali per verificarne il comportamento e validare le soluzioni sviluppate. I risultati potrebbero aprire la strada a nuove applicazioni in numerosi settori, **dall'ingegneria aerospaziale alla protezione antisismica**.

In **ambito aerospaziale**, una possibile applicazione riguarda l'adattatore che collega il satellite al lanciatore. Durante il lancio, infatti, il satellite è sottoposto a intense vibrazioni, che possono danneggiarne i componenti o comprometterne il funzionamento. Integrare le metastrutture in questo collegamento potrebbe contribuire ad **assorbire e limitare la trasmissione delle vibrazioni**, proteggendo meglio il satellite nelle fasi più critiche della missione.

Le potenzialità sono significative anche nell'**ingegneria antisismica**, in cui una delle sfide dei sistemi di isolamento è riuscire a **ridurre la trasmissione delle vibrazioni provocate dai terremoti continuando, allo stesso tempo, a sostenere carichi elevati**. Le soluzioni studiate nell'ambito di R3DEFINE mirano proprio a conciliare queste due esigenze, contribuendo allo sviluppo di sistemi di protezione sismica più efficienti.

Giunto a pochi mesi dalla conclusione di **NOVITAS - Nonlinear analysis for virtual design of composite deployable space booms and membranes**, il precedente progetto di Riccardo Augello finanziato dall'Unione europea nell'ambito delle Marie Skłodowska-Curie Actions, il nuovo ERC Starting Grant apre per il ricercatore una nuova fase del suo percorso, di cui racconta così gli obiettivi: *"Con R3DEFINE vogliamo superare uno dei principali compromessi dell'isolamento delle vibrazioni: ottenere una risposta efficace a frequenze ultra-basse senza rinunciare alla capacità di sostenere carichi elevati. Progetteremo metastrutture tridimensionali riconfigurabili, combinando simulazioni basate sulla Carrera Unified Formulation con la fabbricazione e la validazione sperimentale di prototipi. L'obiettivo è sviluppare soluzioni compatte e omnidirezionali, applicabili in tutti gli ambiti nei quali sia necessaria una marcata attenuazione delle vibrazioni in ingresso"*.

<https://www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/poliflash/un-nuovo-erc-starting-grant-al-politecnico-per-progettare-le>