



## Nabucco: revolutionary wings for sustainable aviation

Aircraft capable of adapting their shape during different flight conditions, addressing two of the most important challenges for the future of sustainable aviation: weight reduction and increased efficiency. These are the main goal of the NABUCCO research project lead by Professor Chiara Bisagni of the Department of Aerospace Science and Technology at Politecnico di Milano.

NABUCCO develops radically new concepts of adaptive composite structures, ie those capable of changing their shape, by exploiting the phenomenon of structural instability, to be applied to next-generation aircraft. In aeronautics, structural buckling is generally avoided as it can instantly generate large deformations and even cause a catastrophic collapse.

Conversely, this research project no longer sees structural instability as a phenomenon to be avoided, but as a design opportunity to be explored for its revolutionary potential. The idea is to use the disadvantages of instability in a positive way to conceive, design and build composite structures - and in particular adaptive wings. Professor Chiara Bisagni will develop new design, analysis and optimisation methods based on analytical formulations, neural network algorithms and an integrated, multidisciplinary design approach.

Professor Bisagni was awarded the prestigious ERC Advanced Grant from the European Research Council for her NABUCCO project. These European funds enable internationally established researchers to conduct innovative, high-risk research projects by obtaining funding of up to 2.5 million euros for a duration of five years.

The Grant allowed Chiara Bisagni to return to Italy after more than 10 years abroad: first at the University of California San Diego in the United States and then at Delft University of Technology in the Netherlands. Bisagni is also a Fellow of the American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), an Executive Council Member of the International Committee on Composite Materials (ICCM) and a Knight of the Order of the Star of Italy.

### Realizing the potential of instability for adaptive aerospace structures

The aerospace sector is aiming for significant efficiency gains, reducing fuel consumption and emissions while improving safety.

Adaptive wings are designed to change their shape smoothly during flight to minimize drag and improve efficiency. A structural phenomenon that has long been considered undesirable is instability or the phenomenon of "buckling", which leads to large deformations and even failures. The NABUCCO project, funded by the ERC (European Research Council), sees buckling as a design opportunity with potentially pioneering capabilities. In fact, by exploiting the buckling phenomenon and the variations in shape and stiffness associated with it, it will be possible to create adaptive structures to be used for the optimization of the wings of future aircraft. Significantly improved analysis, optimization, simulation and testing methodologies will take into account the expanded design space and ensure safety.

## Nabucco, ali rivoluzionarie per un'aviazione sostenibile

Aerei in grado di adattare la loro forma durante le diverse condizioni di volo, agendo su due delle sfide più importanti per il futuro dell'aviazione sostenibile: riduzione del peso e maggiore efficienza. Questi sono gli obiettivi del progetto di ricerca NABUCCO della professoressa Chiara Bisagni, del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano.



NABUCCO sviluppa concetti radicalmente nuovi di strutture in materiale composito adattative, capaci cioè di modificare la propria forma, sfruttando il fenomeno dell'instabilità strutturale, da applicare ai velivoli di nuova generazione. In aeronautica, l'instabilità strutturale viene generalmente evitata, perché può generare in modo istantaneo grandi deformazioni e addirittura provocare un collasso catastrofico. Al contrario, questo

progetto di ricerca considera l'instabilità strutturale non più come un fenomeno da evitare, ma come un'opportunità progettuale da esplorare per le sue rivoluzionarie potenzialità. L'idea è quella di utilizzare gli svantaggi dell'instabilità in modo positivo, per concepire, progettare e realizzare strutture in materiale composito, e in particolare ali adattative.

La professoressa svilupperà nuovi metodi di progettazione, analisi e ottimizzazione basati su formulazioni analitiche, algoritmi di reti neurali e un approccio progettuale integrato e multidisciplinare. La professoressa Bisagni ha ricevuto per NABUCCO il prestigioso ERC Advanced Grant dall'European Research Council. L'ottenimento del Grant ha permesso alla professoressa di tornare in Italia dopo oltre 10 anni all'estero: prima alla University of California San Diego negli Stati Uniti, e poi alla Delft University of Technology nei Paesi Bassi.

Inoltre è membro dell'American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), membro del Consiglio Esecutivo dell'International Committee on Composite Materials (ICCM) e Cavaliere dell'Ordine della Stella d'Italia.

### Realizzare il potenziale dell'instabilità per le strutture aerospaziali adattative

Il settore aerospaziale punta a significativi aumenti di efficienza, riducendo il consumo di carburante e le emissioni e migliorando al contempo la sicurezza. Le ali adattative sono progettate per cambiare forma agevolmente durante il volo in modo da ridurre al minimo la resistenza aerodinamica e migliorare l'efficienza.

Un fenomeno strutturale che è stato a lungo considerato indesiderabile è l'instabilità ovvero il fenomeno del «buckling», che porta a larghe deformazioni e persino a cedimenti. Il progetto NABUCCO, finanziato dall'ERC (European Research Council), vede nel buckling un'opportunità di progettazione con capacità potenzialmente pionieristiche. Sfruttando infatti il fenomeno del buckling e le variazioni di forma e rigidità ad esso associate sarà possibile realizzare strutture adattative da utilizzare per l'ottimizzazione delle ali dei futuri velivoli. Metodologie di analisi, ottimizzazione, simulazione e test notevolmente migliorate terranno conto dello spazio di progettazione ampliato e garantiranno la sicurezza.