

P.40

ORGANIC FORMS BETWEEN NATURE AND ART

*Formas orgánicas entre la
naturaleza y el arte*

P.36

LIGHTWEIGHT, FLEXIBLE, PHOTOVOLTAIC FABRICS

Tejidos ligeros, flexibles y fotovoltaicos

P.18

STRUCTURAL MEMBRANES: THE EVENT THAT BLENDS TENSILE AND INFLATABLE STRUCTURES

*Structural Membranes: el evento que combina
las estructuras tesadas e inflables*

P.26

A BEAUTIFUL CORSET FOR A BLUE WHALE

Un hermoso corsé para una ballena azul



"Structural Membranes is the only conference that blends tensile structures and inflatable structures at academic and practical levels"

"Structural Membranes es el único evento que combina las estructuras tensadas e inflables a nivel académico y práctico"



Interview with Eugenio Oñate, professor of Structural and Continuum Mechanics of the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) and director of International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE)

What is CIMNE?

The International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE, www.cimne.com) is a research organization created in 1987 as a consortium between the Government of Catalonia and the Technical University of Catalonia (UPC, www.upc.edu) with support from UNESCO.

In the last 30 years CIMNE has evolved to become a prestigious international research center on numerical methods in engineering. Its staff includes 230 researchers with different technical background in engineering and applied sciences from 25 different countries worldwide.

CIMNE has established four legal international branches: CIMNE Latin America (Santa Fe, Argentina); CIMNE USA (Washington DC, USA); CIMNE Singapore (Singapore) and CIMNE Beijing (China). CIMNE has also set up an international network of Joint Labs (the so-called Aulas CIMNE with 30 members: 6 in Spain and 24 in Latin America; <http://aulas.cimne.com/spacehome/3/0>).

What are CIMNE's aims?

The mission of CIMNE is the development and dissemination of original research in the field of numerical methods in engineering (NME), the education of researchers in that field and the transfer of the research outputs to industry.

Entrevista a Eugenio Oñate, profesor de Mecánica de Medios Continuos de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC) y director del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)

¿Qué es el CIMNE?

El Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, www.cimne.com) es una organización de investigación creada en 1987 como un consorcio entre el Gobierno de Cataluña (España) y la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC, www.upc.edu) con el apoyo de la UNESCO.

En los últimos 30 años el CIMNE ha evolucionado hasta convertirse en un centro de investigación de prestigio internacional en métodos numéricos en ingeniería. Su personal incluye 230 investigadores con diferentes antecedentes técnicos y académicos en ingeniería y ciencias aplicadas de 25 países diferentes de todo el mundo.

CIMNE ha establecido cuatro sedes internacionales con personalidad jurídica propia: CIMNE América Latina (Santa Fe, Argentina); CIMNE EE.UU. (Washington DC, EE.UU.); CIMNE Singapur (Singapur) y CIMNE Beijing (China). CIMNE también ha establecido una red internacional de Joint-labs (las denominadas Aulas CIMNE con 30 miembros: 6 en España y 24 en América Latina; <http://aulas.cimne.com/spacehome/3/0>).

¿Qué objetivos tiene el CIMNE?

La misión de CIMNE es el desarrollo y la difusión de la investigación original en el campo de los métodos numéricos en ingeniería (NME), la formación de los investigadores en ese campo y la transferencia de los resultados de la investigación a la industria.

NME es la disciplina que proporciona la base científica para el análisis informático de todos los sistemas de ingeniería. Los investigadores de CIMNE tienen habilidades sobresalientes en modelos matemáticos, conceptos de ingeniería, algoritmos numéricos y programación.

La investigación en CIMNE se centra en el desarrollo de métodos numéricos de interés en los campos de la mecánica estructural, geomecánica, dinámica de fluidos, diseño de materiales, la biomecánica, la energía y el medio ambiente y los problemas multi-físicos acoplados, entre otros. Las aplicaciones incluyen muchos problemas en ingeniería civil, mecánica, aeronáutica, naval / marina, ingeniería biomédica y del medio ambiente y la arquitectura, entre otras disciplinas prácticas.

¿Qué relación tiene con las estructuras tensadas?

CIMNE tiene una larga experiencia en el desarrollo de métodos numéricos para análisis y diseño de estructuras



NME is the discipline that provides the scientific basis for the computer analysis of all engineered systems. Researchers at CIMNE have outstanding skills in mathematical modelling, engineering concepts, numerical algorithms and programming.

Research at CIMNE focuses on the development of numerical methods of interest to the broad fields of structural mechanics, geomechanics, fluid dynamics, design of materials, biomechanics, energy and environment and coupled multi-physics problems. Applications include many problems in civil, mechanical, aeronautics, naval/marine, bio-medical and environmental engineering and architecture, among other practical fields.

de tipo membrana para una variedad de aplicaciones. Los investigadores de CIMNE han desarrollado métodos de elementos finitos innovadores para el análisis de estructuras de lámina y membrana bajo cargas estáticas y dinámicas. Uno de los elementos finitos más populares es el triangular de lámina de tres nodos libre de giros que permite el análisis de láminas delgadas y membranas utilizando sólo grados de libertad de desplazamiento como variables nodales. La primera versión de este elemento se publicó en el año 2000 (Oñate E. and Zárata F., Rotation-free triangular plate and shell elements, Int. Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 47, pp. 557-603, 2000). Desde esa fecha, el triángulo de lámina de tres nodos libre de giros ha evolucionado hasta convertirse en una referencia para el análisis de estructuras tensadas e hinchables, entre otras.

What is its relationship with tensile structures?

CIMNE has a long standing experience in the development of numerical methods for analysis and design of membrane-type structures for a variety of applications. Researchers at CIMNE have developed innovative finite element methods for analysis of shell and membrane structures under static and dynamic loads. Among those we note the 3-noded rotation-free shell triangular element that allows the analysis of thin shell and membranes using displacement degrees of freedom only as nodal variables. The first version of this finite element was published in 2000 (Oñate E. and Zárata F., Rotation-free triangular plate and shell elements, Int. Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 47, pp. 557-603, 2000). Since that date the 3-noded rotation-free shell triangle has

¿Qué es Structural Membranes?

Structural Membranes es el acrónimo de la International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures que investigadores CIMNE organizan junto con colegas prestigiosos de las Universidades de Stuttgart y Munich en Alemania. La primera edición del congreso se celebró en Barcelona el junio de 2003 (<http://congress.cimne.com/membranes03/frontal/default.asp>) y desde esa fecha se ha celebrado regularmente a intervalos de dos años en España (Barcelona) y en Alemania (Stuttgart o Munich). La próxima edición de Structural Membranes se celebrará en Munich el 9-11 de Octubre de 2017 (<http://congress.cimne.com/membranes2017/frontal/default.asp>).

¿Por qué se creó este evento?

El objetivo de crear la serie de congresos Structural Membranes fue disponer de un foro regular para discutir los recientes progresos e identificar futuras líneas de investigación en el campo de los métodos para el cálculo y proyecto de estructuras tensadas e inflables. Temas como los nuevos materiales textiles y poliméricos, la construcción, ensayo y mantenimiento de las estructuras, la eficiencia energética, los aspectos medioambientales y ejemplos de realizaciones relevantes en el campo de las estructuras tensadas e inflables son también bienvenidos como contribuciones al congreso. Las aplicaciones específicas incluyen (la lista no es exhaustiva) membranas tensadas para techos y cubiertas, pabellones y edificios inflables , dirigibles, estructuras de membrana para el sector aeroespacial, antenas inflables, plataformas de gran altitud, muebles, bio- membranas, velas , textiles para la ropa, etc.

¿Qué se puede esperar de Structural Membranes 2017 en Munich?

Los objetivos de Structural Membranes 2017 son reunir y difundir la investigación del estado de la técnica y la tecnología para el diseño, análisis, construcción y mantenimiento de estructuras tensadas e hinchables. El congreso abordará tanto las bases teóricas para el análisis estructural y los algoritmos numéricos necesarios para su implementación informática eficiente y robusta. Una parte importante del congreso estará dedicada a discutir los avances en nuevos materiales compuestos y textiles para aplicaciones en estructuras tensadas e inflables, así como en procedimientos innovadores de diseño, construcción y mantenimiento.

En cuanto a conferencia de referencia, ¿Qué lugar ocupa Structural Membranes en el sector de las membranas tensadas?

evolved to become a reference for finite element analysis of shells and tensile structures.

What is Structural Membranes?

Structural Membranes is the acronym for the International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures that CIMNE researchers organize together with prestigious colleagues from the Universities of Stuttgart and Munich. The first edition of the conference was held in Barcelona on June 2003 (<http://congress.cimne.com/membranes03/frontal/default.asp>) and since that date has been regularly held at two years intervals in Spain (Barcelona) and in Germany (either in Stuttgart or Munich). The next edition of Structural Membranes will be held in Munich on 9–11 October 2017 (<http://congress.cimne.com/membranes2017/frontal/default.asp>).

Why was this event created?

The goal of the Structural Membranes conference series is to have a regular forum for discussing recent progress and identifying future research directions in the field of computational methods for analysis and design of textile composites and inflatable structures. Topics such as new textile and polymer materials, construction, testing and maintenance procedures, energy efficiency and environmental aspects and examples of relevant constructions in the field of tensile and inflatable structures are also welcome as contributions to the conference.

The applications targeted include (the list is not exhaustive) membrane roofs and covers, inflatable pavilions and buildings, airships, airspace structures, inflatable antennas, high altitude platforms, furniture, bio-membranes, sails, textiles for clothes, etc.

What can be expected at Structural Membranes 2017 in Munich?

The objectives of Structural Membranes 2017 are to collect and disseminate state-of-the-art research and technology for design, analysis, construction and maintenance of textile and inflatable structures. The conference will address both the theoretical bases for structural analysis and the numerical algorithms necessary for efficient and robust computer implementation. A significant part of the conference will be devoted to discuss advances in new textile composites for applications in membrane and inflatable structures, as well as in innovative design, construction and maintenance procedures.

Structural Membranes es un congreso especializado con énfasis en la presentación de lo último en métodos para el cálculo de estructuras tesadas e inflables para una variedad de aplicaciones en la ingeniería y la arquitectura. Como tal, Structural Membranes es complementaria a otros congresos en ese campo, siendo el único que combina el mundo de las estructuras tesadas y el de las estructuras inflables a nivel académico y práctico. Los organizadores siempre tratan de minimizar los solapes con otros congresos que se celebran regularmente en el campo de las estructuras tesadas. Structural Membranes es una de las Thematic Conferences de la European

As a leading conference, what is Structural Membranes' place in the tensile membranes sector?

Structural Membranes is a specialized conference with an emphasis on presenting the state of the art on computational methods for analysis of tensile and inflatable structures for a variety of applications in engineering and architecture. As such Structural Membranes is complementary to other conferences in the field, being the only conference that blends the world of tensile structures and inflatable structures at academic and practical levels.

Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS, <http://www.eccomas.org>) y una Special Interest Conference de la International Association for Computational Mechanics (IACM, <http://www.iacm.info>).

CIMNE está relacionado desde 2011 con la empresa Buildair y otras empresas en una joint venture ¿Cómo fue que se creó este grupo?

Buildair se creó en 2002 por iniciativa de un grupo de profesores e investigadores especializados en cálculo de



The organizers always try to minimize any overlaps with other conferences that are regularly held in the field of tensile structures. Structural Membranes is one of the Thematic Conferences of the European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS, <http://www.eccomas.org>) and a Special Interest Conference of the International Association for Computational Mechanics (IACM, www.iacm.info).

Since 2011, CIMNE has been related to the Buildair company and other companies in a joint venture. How was this group set up?

The idea of creating BuildAir (www.buildair.com) emerged after the successful experience of a group of CIMNE and UPC researchers in designing and building an inflatable pavilion that was set at the European Congress on Computational Methods in Engineering and Applied Sciences held at the World Trade Center in Barcelona on September 2000. This pavilion was an output of the research project INFLAST sponsored by the European Commission and coordinated by CIMNE. In this project CIMNE was the responsible for the design of a new generation of inflatable structures for ground applications.

The successful end of the INFLAST project was followed by the creation of BuildAir in early 2002 by the group of persons above mentioned and other investors. The company started its activity by designing and manufacturing a number of innovative inflatable pavilions for itinerant exhibitions and cultural events all over Spain. This commercial line continued until 2011, when BuildAir re-oriented its business towards the aeronautics sector. This decision was a consequence of the successful design and manufacturing of a large scale inflatable hangar for the maintenance of an airplane of the Chilean aeronautic company LanChile in the airport of Santiago de Chile city on June 2011.

What can you tell us about Buildair?

Nowadays, Buildair is an international firm with headquarters in Barcelona, Spain and offices in Asia, Latin America and USA. The company has focused its business line in the design, manufacturing and maintenance of large sophisticated inflatable hangars for maintenance, repair and overhauling (MRO) of airplanes and helicopters. Many of these hangars have been designed and built by BuildAir since 2011. This all together has made of BuildAir a world leader in providing temporary hangars for the MRO sector in aeronautics.

As an example of this type of activity, during the last three years, BuildAir has manufactured and delivered

estructuras de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y vinculados al Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, www.cimne.com).

La idea de crear Buildair (www.buildair.com) se materializó después de la experiencia exitosa de ese grupo de investigadores de CIMNE y UPC en el diseño y construcción de un pabellón inflable que se ubicó en el Congreso Europeo de Métodos Computacionales en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (ECCOMAS2000), celebrado en el World Trade Center de Barcelona en septiembre de 2000. Este pabellón fue un resultado del proyecto de investigación INFLAST financiado por la Comisión Europea y coordinado por CIMNE. En ese proyecto CIMNE fue el responsable del diseño de una nueva generación de estructuras inflables para aplicaciones terrestres.

Al éxito del proyecto INFLAST le siguió la creación de Buildair en los primeros meses de 2002 por el grupo de personas arriba mencionado y otros inversores. La empresa inició su actividad en el diseño y fabricación de una serie de pabellones inflables innovadores para exposiciones y eventos culturales itinerantes por toda España. Esta línea comercial continuó hasta 2011, cuando Buildair reorientó su área de negocio hacia el sector de la aeronáutica. Esta decisión fue consecuencia del éxito del proyecto y fabricación de un hangar inflable para el mantenimiento de un avión de la compañía aeronáutica chilena LanChile. El hangar se instaló con éxito por Buildair en el aeropuerto de la ciudad de Santiago de Chile en junio de 2011.

Y sobre Buildair ¿Qué nos puede contar?

Desde 2011, Buildair ha proyectado y construido muchos otros hangares para el mantenimiento, reparación y acondicionamiento (MRO) de aeronaves y helicópteros. Todo ello ha hecho de Buildair un líder mundial en hangares temporales para el sector MRO en aeronáutica.

Como ejemplo de este tipo de actividad, durante los últimos tres años Buildair ha fabricado y entregado más de 40.000 m² de hangares hinchables para diferentes contratistas MRO en el campo de la aeronáutica. Por ejemplo, en 2013 Buildair entregó el mayor hangar inflable en el mundo con una anchura de 54 metros, una altura de 38 m y una longitud de 75 m. Este hangar fue diseñado, fabricado e instalado para la empresa MRO Cassidian (Grupo Airbus) en Getafe (España). Buildair ha extendido recientemente el tamaño de este hangar, alcanzando 120 m de longitud.

En 2014-2016 Buildair ha aumentado considerablemente su actividad en el sector MRO en aeronáutica. En 2014 y 2015 Buildair entregó otros hangares de gran tamaño a

over 40.000 m² of inflatable hangars for different MRO contractors in the aeronautics field. For instance, in 2013 Buildair delivered the largest inflatable aircraft hangar in the world at 54 m wide, 38 m high and with a length of 75 m. This hangar was designed, built and set up for the MRO company Cassidian (Airbus Group) in Getafe (Madrid, Spain). BuildAir has recently extended the size of this hangar, reaching 120 m in length.

In 2014–2016 Buildair has considerably increased its activity in the aeronautics MRO sector. In 2014 and 2015 BuildAir delivered other large hangars for Lufthansa Technik in Budapest airport and for the Polish aviation. Currently BuildAir is manufacturing four other large hangars for Airbus to be delivered to the Saudi Arabia Government during 2016 and 2017. BuildAir is also opening new international markets for MRO hangars in aeronautics, as well as in other sectors like defence, industry and construction.

From your position, how do you see the tensile structures sector?

The new high strength textile materials with polymer matrix that can integrate into its structure sensors, actuators and devices for capturing photovoltaic energy or other functions, open up a new field for many applications in many sectors. In addition to the traditional uses in the fields of tensile and inflatable structures for the civil engineering, architecture and MRO sectors mentioned previously in this text, many other opportunities will appear for application of these materials in the construction industry, the creative sector (in the broad sense), and the packaging and bio-engineering fields, to name only a few. The traditional analysis and manufacturing techniques that are currently used for the “classic” tensile and inflatable structures will have to evolve to adapt to all the opportunities in each of these sectors. All this offers a promising future of great interest to the research community and to the companies related to textile materials and tensile structures. ♦

Lufthansa Technik en el aeropuerto de Budapest y para la aviación polaca. Actualmente Buildair esta fabricando cuatro hangares para Airbus que se entregará al Gobierno de Arabia Saudita durante 2016 y 2017. Buildair también está abriendo nuevos mercados internacionales de hangares para el sector MRO en aeronáutica, así como para otros sectores como defensa, industria y construcción.

Desde su posición ¿Cómo ve el sector de las estructuras tensadas?

Los nuevos materiales textiles compuestos de matriz polimérica de alta resistencia, y que también permiten integrar en su estructura sensores, actuadores y dispositivos para captar energía fotovoltaica u otras funciones, abren un campo nuevo para aplicaciones de diverso tipo en los sectores más variados. Además de los usos tradicionales en los campos de la ingeniería de estructuras tesadas e hinchables en los sectores de la ingeniería civil y arquitectura y de MRO en aeronáutica antes citados, aparecerán muchas otras oportunidades de aplicación de esos materiales en las industrias de la construcción, del sector creativo (en sentido amplio), del packaging y la bio-ingeniería, por citar solamente algunas. Los métodos de cálculo y fabricación tradicionales que se utilizan actualmente para las estructuras tesadas e hinchables más “clásicas”, tendrán que evolucionar para adaptarse a todas las oportunidades en cada uno de los sectores mencionados. Todo ello configura un futuro prometedor y de gran interés para el mundo de la investigación y la industria relacionada con las estructuras tesadas y los materiales textiles. ♦