



**Mireia Olave**  
(IK4-Ikerlan, Mekanika)  
molave@ikerlan.es

**Defentsa eguna**

2016-ko Uztailak 6

**Gainbegiraleak** Dirk Vandepitte / Laurentzi Aretxabaleta

## **KARBONO ZUNTZEZ INDARTURIKO WOVEN MATERIAL KONPOSATUAREN DELAMINAZIO KARAKTERIZAZIOA ESTATIKOKI ETA DINAMIKOKI: geruzen arteko habiaratze efektuaren ikerketa.**

### **Laburpena:**

Hainbat erabilera izan ditzakeen materiala aukeratzeko orduan arintasuna da diseinu irizpideen artean garrantzitsuenetako bat. Etengabeko mugimenduan dabiltzan osagaiak aukeratzeko orduan pisua aurreztea ezinbestekoa da; adibidez, abiadura handiko trenak, automobilerik, aireontziak edota, turbina eolikoen hegalek ondorengo baldintza bete behar dute: erresistenteak izan behar dute, osagaiaren lodiera handitu gabe, eta ondorioz, pisua handitu gabe.

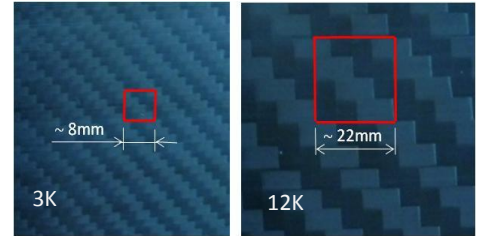
Material konposatuek ondorengo abantaila daukate, egituraz arinak dira daukaten dentsitate maila baxua delako, baina erresistentzia-pisua erlazioan emaitza oso ona ematen dute. Karga kondizio ezberdinen aurrean, modu estatiko edo dinamikoan, posible da material konposatuaren geruzak banatzea. Fenomeno horri delaminazio esaten zaio, eta materialaren kalte mekanismo bat da; hala, materialak zurruntasuna eta erresistentzia galduko ditu. Hain zuzen, material konposatuetan delaminazio arazoak saihesteko oso garrantzitsua da delaminazioaren prozesua bera ondo ezagutzea, barne-laminen edo geruzen haustura prozesuaren karakterizazio eta modelizazio zuzena eginda. Eta, horrek garrantzia handia izango du osagaiak diseinatzeko orduan. Hala, diseinu prozesuan ezin da osagaiaren geruzen arteko erresistentzia estatikoa bakarrik kontutan hartu. Kalkuluak egiterako orduan, geruzen arteko erresistentzia dinamikoa ere aintzat izan behar da.

Karbono zuntzeko material konposatu textilen erabilera hedatua dago aeronautika, automozio eta kirol ekipamentuan; pisu baxu eta norabide ortotropikoetako propietate mekaniko onak direla medio. Ala ere, material hauen desabantaila handiena beraien delaminazio erresistentzia baxua da. Ikerlari ezberdinek material konposatu textilen barne geometriaren eta haustura propietateen arteko erlazioa existitzen dela baieztatu dute entseilu experimentalen bitartez. Habiaraketa efektua, material konposatu geruzen arteko interakzioa deskribatzen duena, haustura propietateekin gustiz erlazionatuta dagoen parámetro bat da. Ikerketa lan honetan material textil konposatuaren barne geometria hausturako balio estatiko eta dinamikoekin erlazionatzen da. Aztertutako propietateak habiaraketa eta gelaxka unitatearen tamainak dira. Aurkeztutako dokumentuan zehar material honetarako erabili beharreko entseilu metoko egokienak definitzen dira. Lan honek ondorioztatzen du haustura propietateak materialearen barne geometriarekin erlazionatuta daudela.

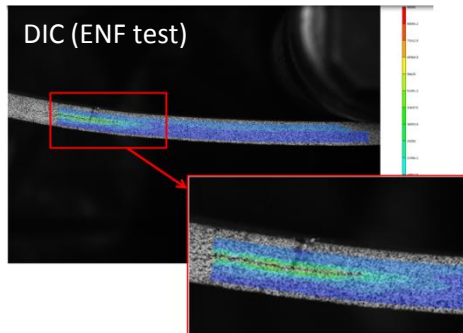
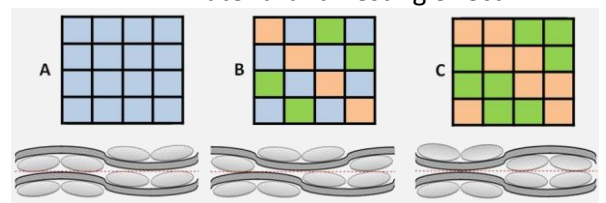
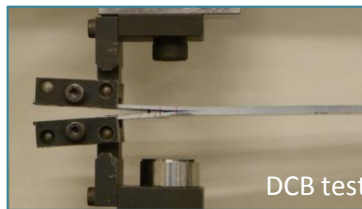
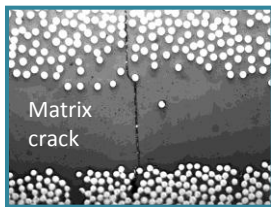
## QUASI-STATIC AND FATIGUE DELAMINATION CHARACTERISATION FOR CARBON FIBRE REINFORCED WOVEN LAMINATES: Investigation into the nesting effect between layers

### Introduction / Objective

The objective of this thesis is to investigate delamination phenomena of textile composites, trying to understand the influence of the delaminated surface's geometry. The presented research links the geometrical structure of carbon fibre reinforced woven laminates with its effect on the quasi-static and fatigue delamination behaviour (for 3K and 12K woven structures and three different nesting configurations: A, B and C)



Material and nesting effect



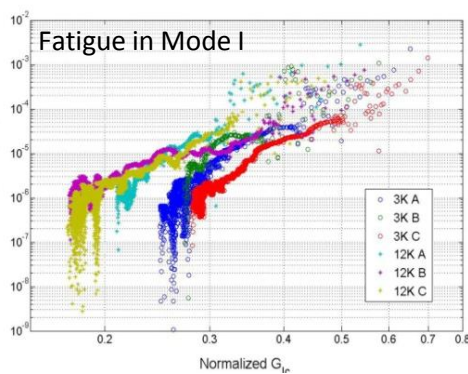
### Research Methodology

In this research three main areas are covered:

- The internal variability of geometrical properties of textile materials is evaluated using an optical microscopy. The effect of this variability is linked to the mechanical properties measured experimentally (Acoustic emission, tensile test, X-ray).
- Static fracture toughness (Mode I and II) of textile materials are measured. Geometrical parameters are linked to static fracture values, obtaining the relation between the controlled input parameters (tow size and nesting value) and the results from experimental measurements (DCB and ENF tests, and correlation made using Digital Image Correlation technique).
- Dynamic fracture toughness measurements are carried out (dynamic DCB for Mode I). Geometrical parameters (tow size and nesting value) are linked to dynamic fracture values (for crack onset and growth).

### Results & Conclusions

The internal geometry affects fracture properties: internal geometry variability is high in the selected material, but the dispersion of tensile properties are affected mainly by the uncertainties introduced during experimental tests. Nesting and tow size can improve mode I fracture toughness but does not affect mode II values. Tow size does affect normalized threshold values for fatigue in mode I, but does not affect Paris slope.



### Major publication

- Olave M., Vara I., Usabiaga H., Aretxabaleta L., Lomov S.V. and Vandepitte D., Mode I fatigue fracture toughness of woven laminates: nesting effect, Composite Structures (2015), 10.1016/j.compstruct.2015.07.073
- Olave M., Vara I., Usabiaga H., Aretxabaleta L., Lomov S.V. and Vandepitte D., Nesting effect on the mode I fracture toughness of woven laminates, Composites Part A (2015), 10.1016/j.compositesa.2015.03.017
- Olave M., Vara I., Usabiaga H., Aretxabaleta L., Lomov S.V. and Vandepitte D., Nesting effect on the mode II fracture toughness of woven laminates, Composites Part A (2015), 10.1016/j.compositesa.2015.03.020
- Olave, M., Vanaerschot, A., Lomov, S. V. and Vandepitte, D., Internal geometry variability of two woven composites and related variability of the stiffness. Polym Compos. Volume 33, Issue 8, Pages: 1335-1350, 2012