

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale  
«Compositi in fibra di carbonio:  
applicazioni nel settore mountain-bike»***

Tutor universitario: Prof. Ugo Galvanetto

Laureando: *Tiziano Miserendino*

Padova, 21/11/2024



Dalle prime mountain-bike degli anni '80...<sup>[1]</sup>



...alle bici iperperformanti di oggi, a 40 anni di distanza.<sup>[2]</sup>

Le differenze sono innumerevoli: una delle più importanti è il telaio in carbonio.

- Insight sul processo produttivo di telai e altri componenti in CFRP nell'industria mtb
- Studio delle caratteristiche meccaniche dei CFRP, con particolare riferimento a carichi dinamici tipici dell'applicazione in questo settore
- Specificazione dei principali modi di fallimento compressivo
- Determinazione di peculiarità e caratteristiche dei principali componenti in CFRP: telaio, manubrio, ruote e pedivelle.

Il processo produttivo più utilizzato è quello della monoscocca o semimonoscocca.



Il materiale di partenza,  
carbonio pre-preg.<sup>[3]</sup>

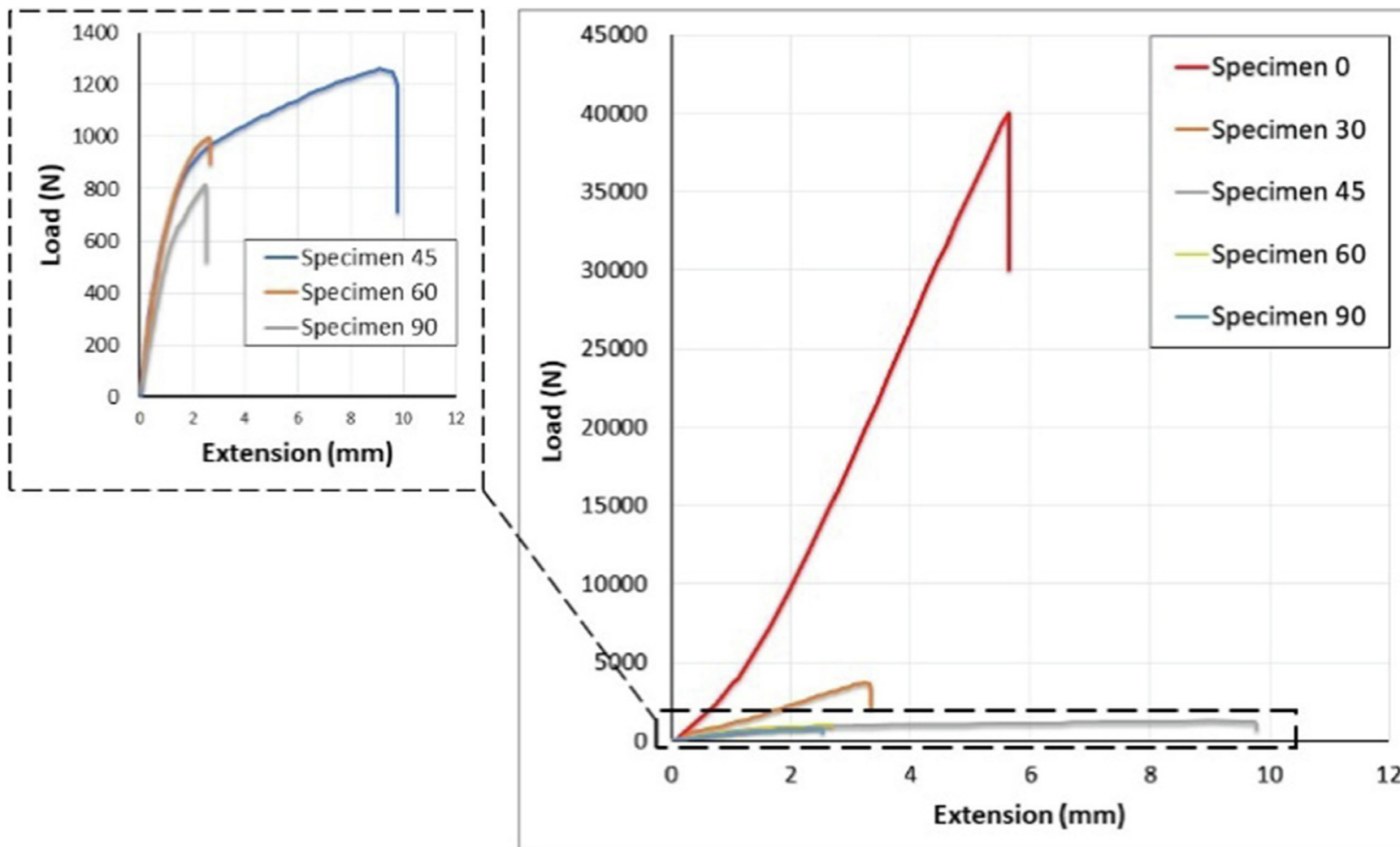


Lo stampo con all'interno il telaio  
formato.<sup>[4]</sup>

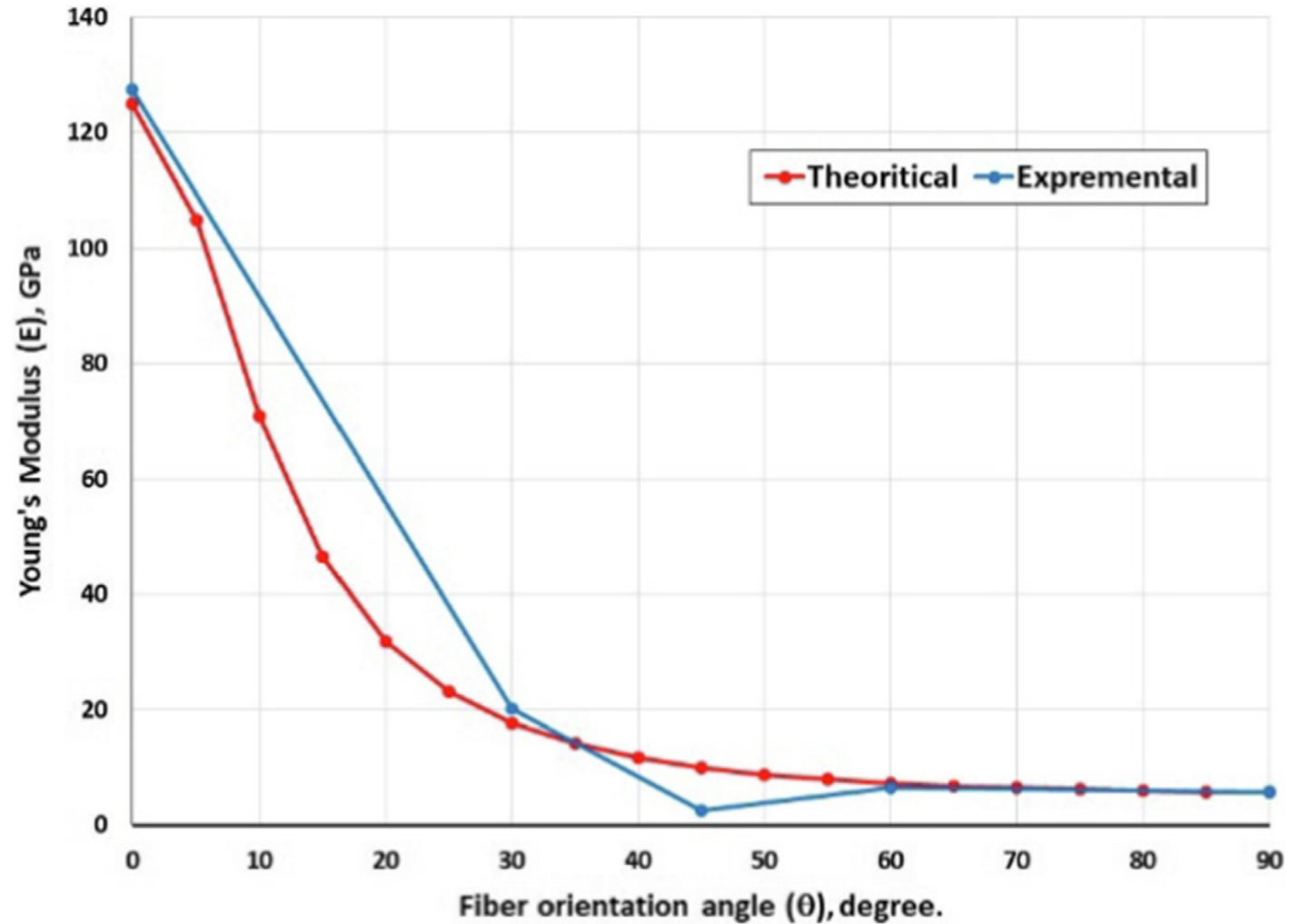


Il telaio fuori dallo stampo, pronto per  
essere unito con chainstays e seatstays.<sup>[5]</sup>

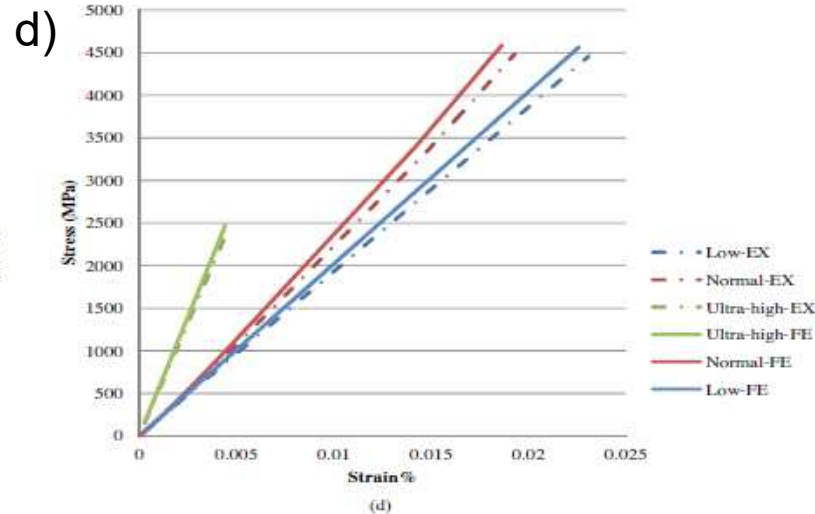
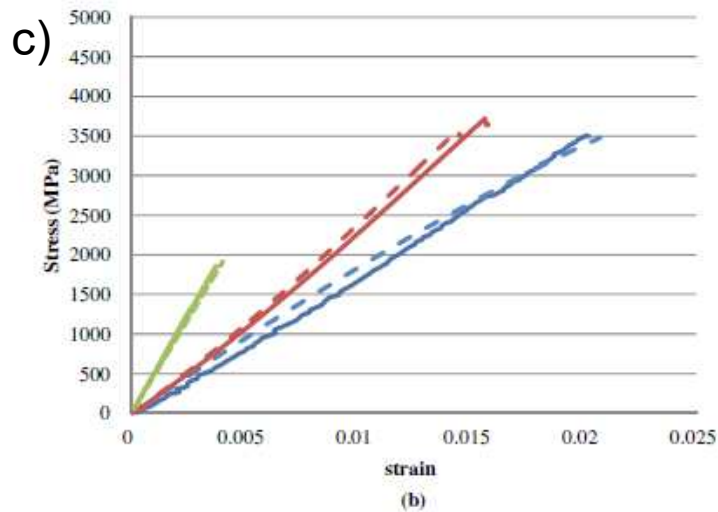
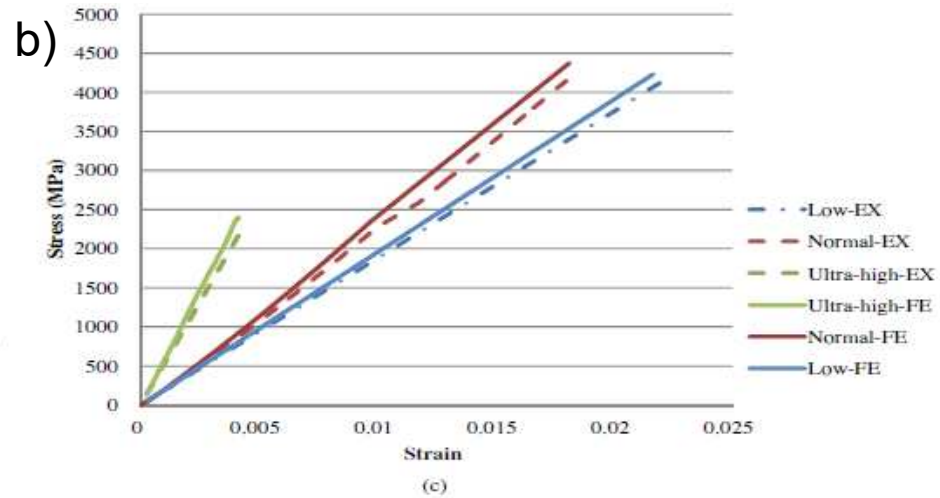
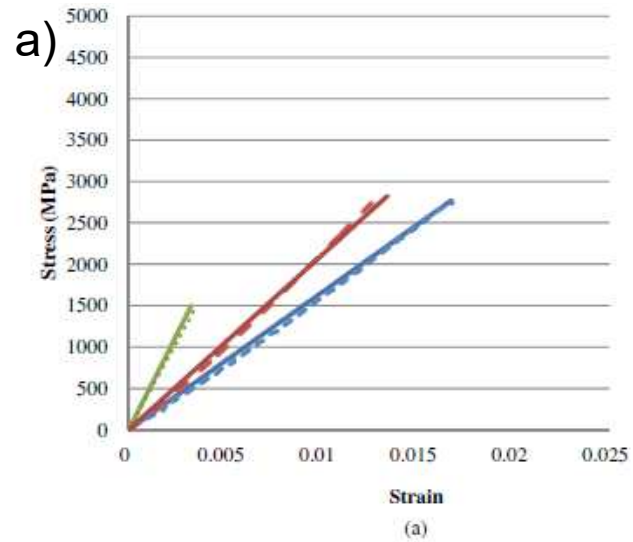
Resistenza a trazione in funzione della direzione delle fibre [6]



Dipendenza del modulo di Young dalla direzione delle fibre<sup>[6]</sup>



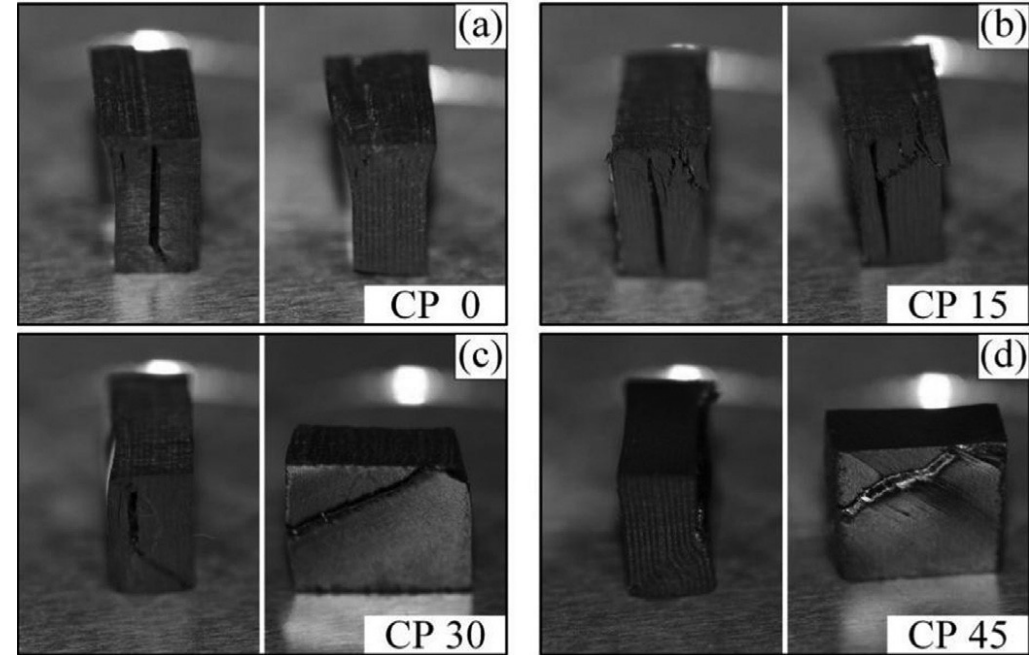
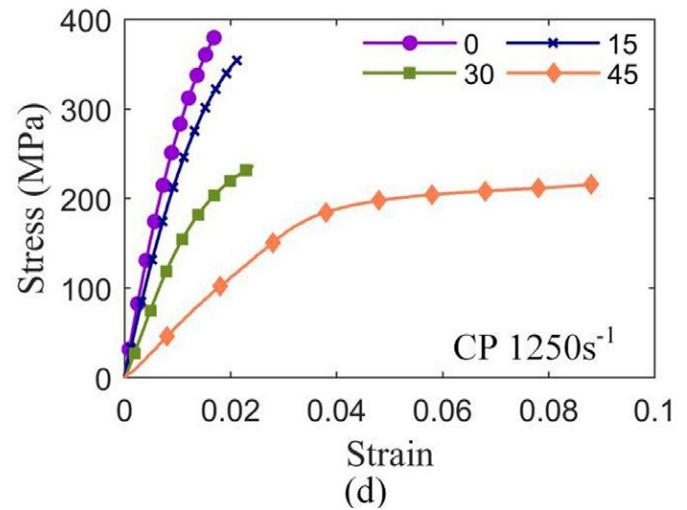
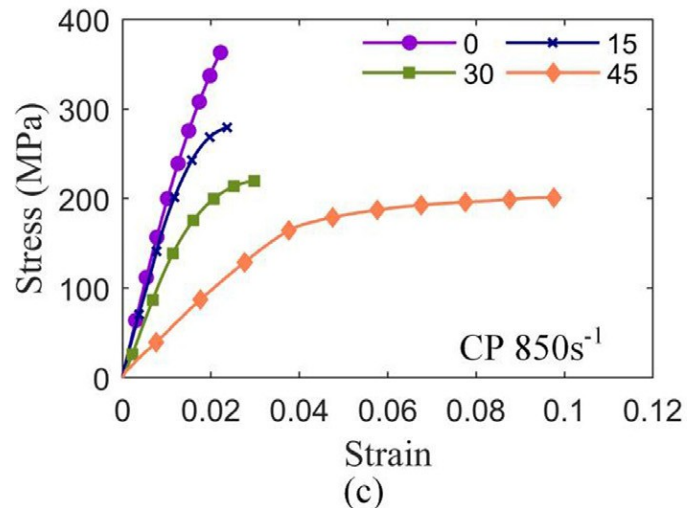
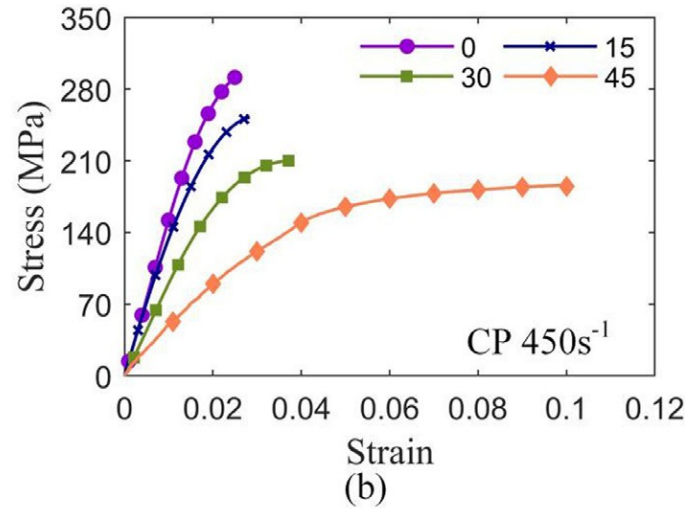
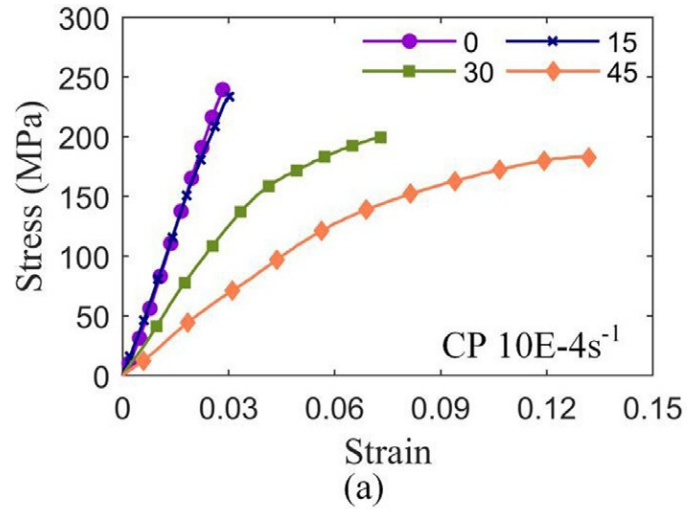
## Effetto strain rate [7]



### Strain rates

- a)  $2,20E-04 \text{ s}^{-1}$
- b)  $67 \text{ s}^{-1}$
- c)  $85 \text{ s}^{-1}$
- d)  $100 \text{ s}^{-1}$

## Effetto strain rate: laminati cross-ply [8]

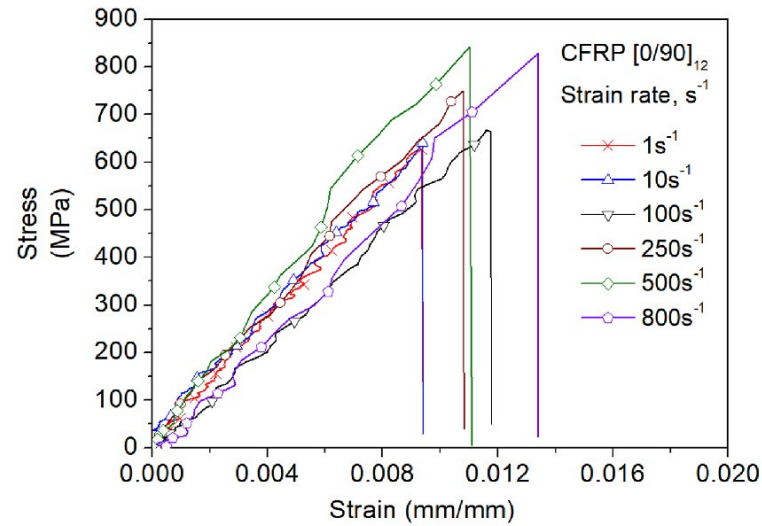




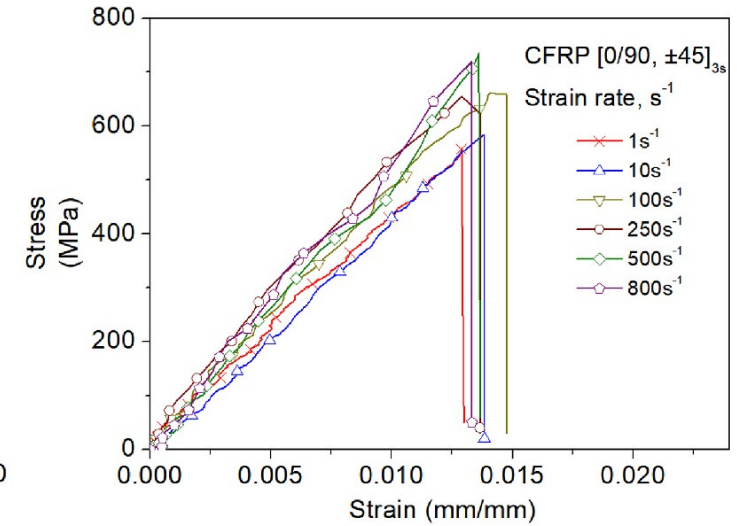
Effetto strain rate: braided cfrp [9]



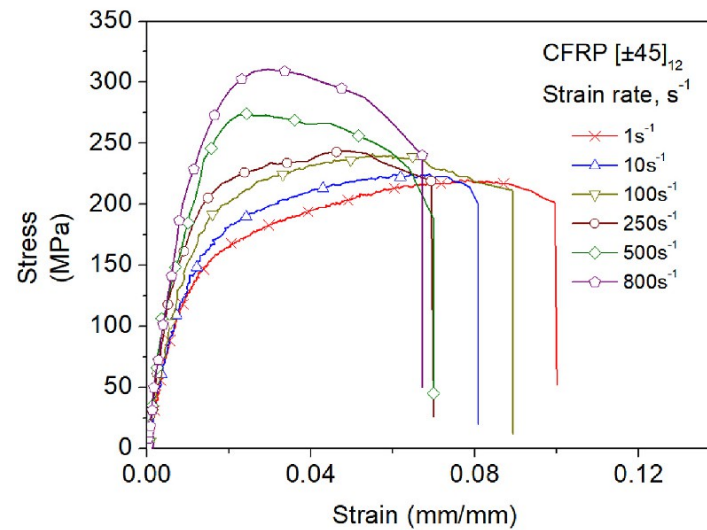
Telaio in carbonio braided [11]



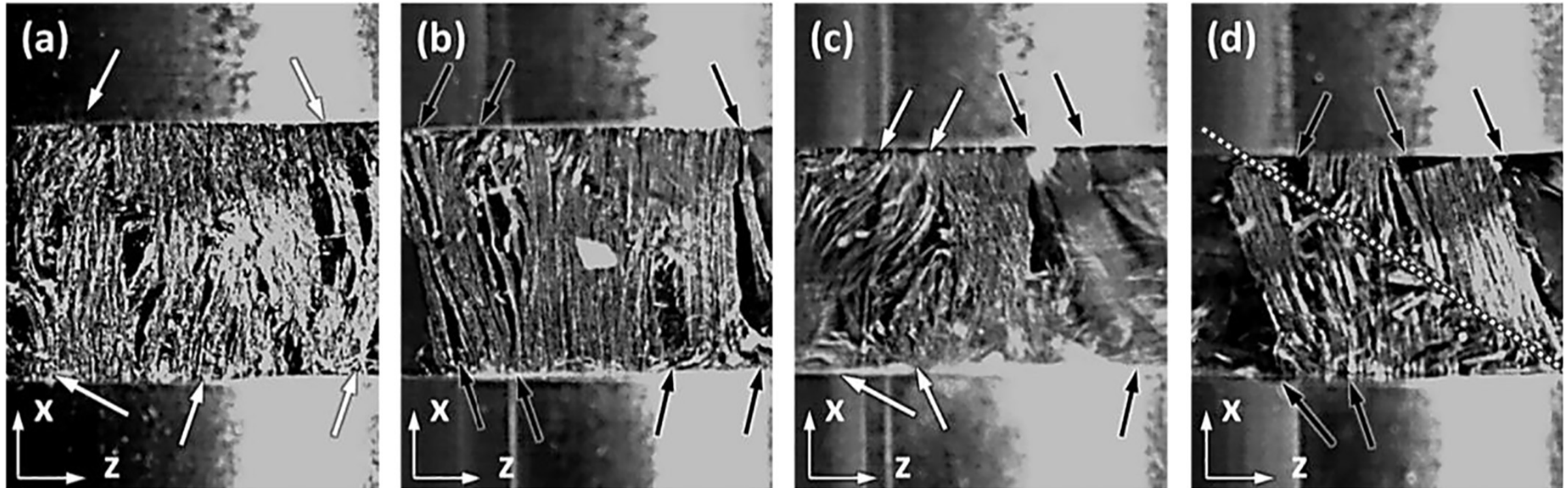
(a)



(b)



(c)



Le frecce bianche indicano delamination buckling, le frecce nere invece longitudinal cracking<sup>[10]</sup>

## Telaio



Linkaggio della sospensione posteriore di un telaio in carbonio<sup>[12]</sup>



Il flex pivot della Trek SuperCaliber, la prima bici ad implementare questa novità<sup>[13]</sup>

## Manubrio



Manubrio in carbonio Hope con rise.<sup>[14]</sup>



Combinazione manubrio-stem Gemini: i materiali compositi rendono possibile anche questo tipo di prodotto.<sup>[15]</sup>

## Ruote e cerchi<sup>[16][17][18][19]</sup>



## Pedivelle



Pedivelle in carbonio E13 con spindle in alluminio.<sup>[20]</sup>



Fallimento delle pedivelle nella zona di giunzione.<sup>[21]</sup>

I compositi in CFRP sono materiali polivalenti e adatti all'utilizzo sulle mountain bike grazie alle loro caratteristiche:

- Elevata leggerezza ed elevato rapporto resistenza/peso;
- Possibilità di fine-tuning del comportamento di una sezione in base alla direzione delle fibre;
- Alta resistenza a carichi dinamici in virtù dello strain rate effect.

Nonostante gli svantaggi dovuti al costo della manodopera e alla bassa flessibilità della linea di produzione, questi materiali hanno offerto la soluzione ideale ai problemi dell'industria della mountain bike.

6. Theoretical and experimental study on the influence of fiber orientation on the tensile properties of unidirectional carbon fiber/epoxy composite, Yasser S. Mohamed, Ahmed Abdelbary.
7. Engineering properties of CFRP laminate under high strain rates, Alaa Al-Mosawe, Riadh Al-Mahaidi, Xiao-Ling Zhao.
8. Rate-related study on the ply orientation of carbon fiber reinforced epoxy composite laminates, Zheyi Zhang, Shujuan Hou, Yiqi Mao, Liping He, Xu Han .
9. Effect of stacking configuration on dynamic tensile properties of braided carbon fibre composites under medium-low strain rates Lanxin Jiang, Shoune Xiao, Wei Jiang, Dongdong Chen, Guangwu Yang, Tao Zhu, Mingmeng Wang, Bing Yang.
10. Effect of fiber orientation on the compressive response of plain weave carbon fiber/epoxy composites submitted to high strain rates, V.L. Reisa,, C.V. Opelc,, G.M. Cândido, M.C. Rezendec,, M.V. Donadon.



1. <https://it.pinterest.com/pin/the-wall-street-journal-says-vintage-bikes-are-making-a-comeback--46021227419074056/>
2. <https://www.mtbtech.it/news/2022/09/canyon-troy-lee-designs-presentano-strive-edizione-limitata/>
3. [https://www.tchaintech.com/IT/NDETAIL/Do\\_you\\_know\\_the\\_storage\\_temperature\\_of\\_carbon\\_fiber\\_prepreg](https://www.tchaintech.com/IT/NDETAIL/Do_you_know_the_storage_temperature_of_carbon_fiber_prepreg)
4. <https://www.kootubike.com/es/blogs/news/how-are-kootu-carbon-fiber-bikes-made>
5. <https://www.slowtwitch.com/industry/beauty-on-the-inside/>
11. <https://www.bicycling.com/bikes-gear/g20029412/the-10-things-you-didnt-know-about-carbon-fiber/>
12. <https://enduro-mtb.com/en/carbon-myths/>
13. <https://www.mtbcult.it/tecnica/video-trek-supercaliber-non-proprio-una-hardtail-non-solo-una-full/>
14. <https://www.mbr.co.uk/reviews/handlebars-products/hope-carbon-handlebar>
15. [https://www.dream-bikes.it/index.php?id\\_product=673&rewrite=gemini-propus-](https://www.dream-bikes.it/index.php?id_product=673&rewrite=gemini-propus-)
16. <https://bikerumor.com/first-look-zipp-revs-up-all-new-mx-inspired-3zero-moto-carbon-mountain-bike-wheels/>
17. <https://singletrackworld.com/2017/06/santa-cruz-launches-reserve-wheel-range/>
18. <https://www.singletracks.com/mtb-gear/syncros-shows-futuristic-one-piece-carbon-mtb-wheel-updated-handlebar-stem-combo/>
19. <https://www.wtb.com/collections>
20. <https://www.pinkbike.com/news/e-thirteen-high-above-vant-sea-otter-2019.html>
21. [https://www.reddit.com/r/mountainbiking/comments/qvxxqu/dont\\_run\\_carbon\\_cranks\\_on\\_a\\_evil\\_wreckoning/?rdt=46008](https://www.reddit.com/r/mountainbiking/comments/qvxxqu/dont_run_carbon_cranks_on_a_evil_wreckoning/?rdt=46008)