

# Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Tirocinio in Ingegneria Meccanica

## Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

**Tutor Universitario: Prof. Giovanni Meneghetti**

**Laureando: *Ciro Santi***

**Padova, 21/11/2023**

---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della  
vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*



# INTRODUZIONE

- **Formula SAE**

La Formula SAE è una competizione universitaria internazionale di design ingegneristico che prevede la progettazione e la produzione di un'auto da corsa, valutata durante una serie di prove in base alle sue qualità di progettazione e di efficienza.

- **Race Up Team**

Race Up è il team dell'Università di Padova che partecipa all'evento Formula SAE. Siamo un gruppo di 45 studenti che progetta, sviluppa e realizza la vettura che andrà a competere ad eventi internazionali.



---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*





# SUPPORTI ALA POSTERIORE

- **Obiettivi**

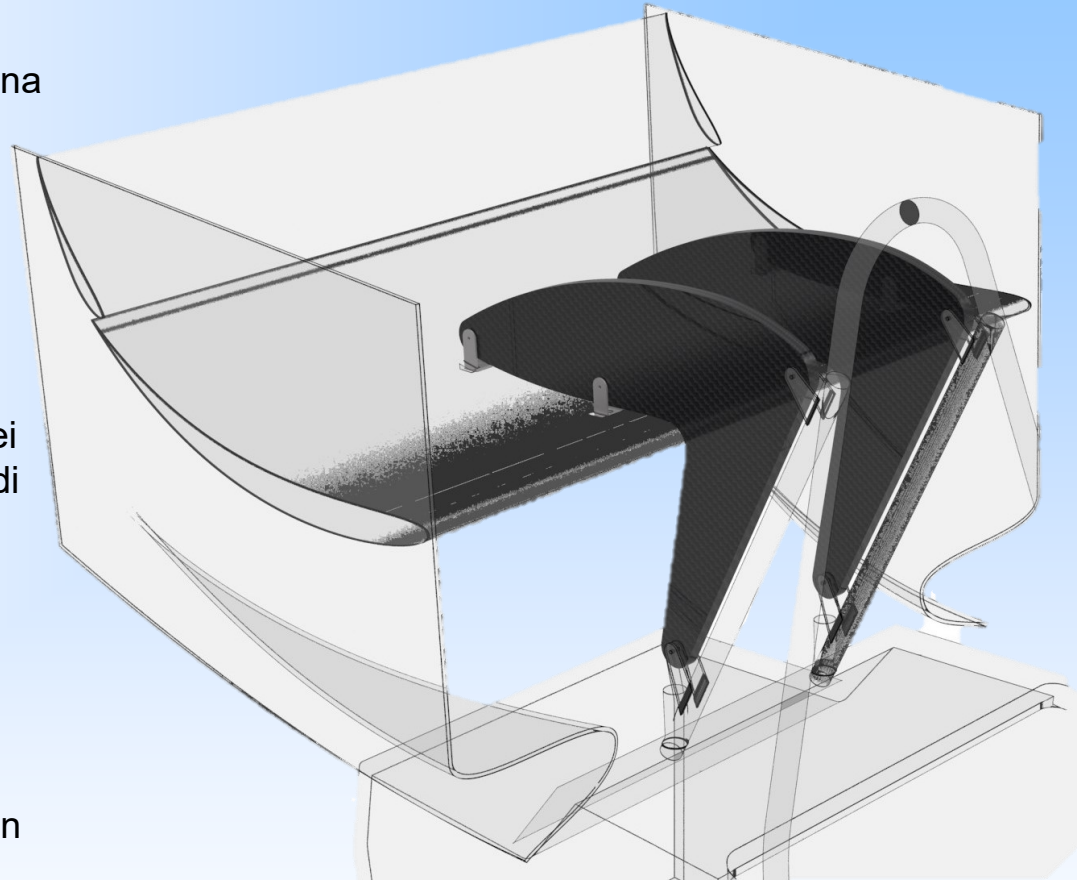
Il design di questo componente è mirato ad una riduzione di peso, aumento di rigidità, miglioramento della facilità e precisione di montaggio oltre che ad un incremento della qualità della superficie

- **Geometria**

La geometria viene stabilita tenendo conto dei riferimenti di *main plane* e *bracing* cercando di aumentare la sezione del componente con l'aumento del momento flettente

- **Manufacturing**

Per la realizzazione è stato sviluppato uno stampo in MDF scomponibile in 4 parti per facilitare l'estrazione al termine della cottura in autoclave

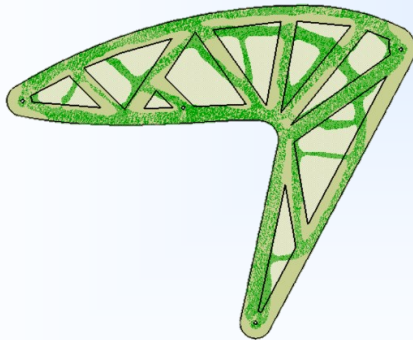
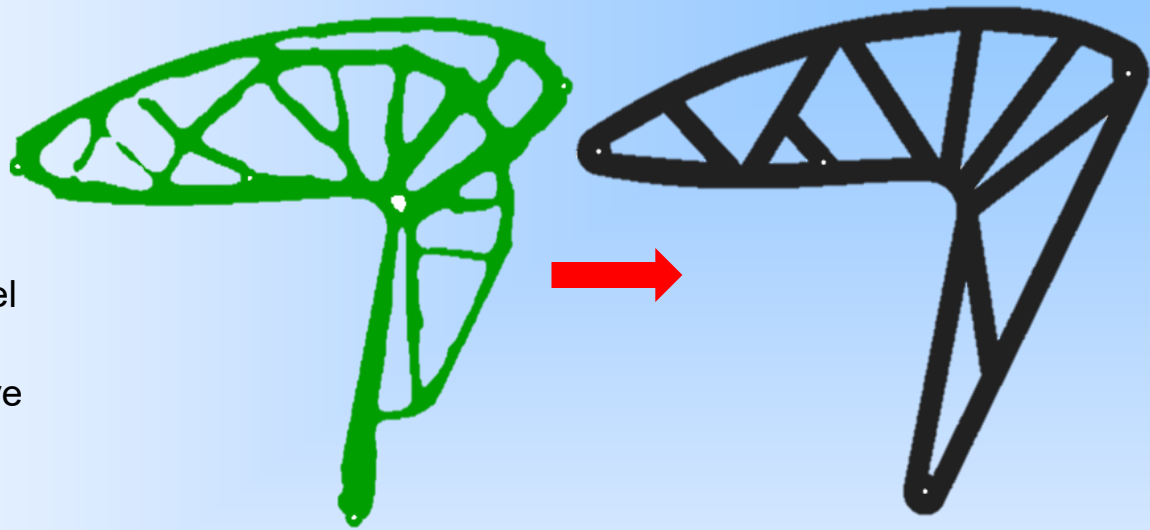


# SUPPORTI ALA POSTERIORE

- **Ottimizzazione topologica**

Per poter ridurre ulteriormente il peso e aumentarne la rigidità abbiamo eseguito un'ottimizzazione topologica del componente.

Da questa abbiamo ottenuto le aree dove posizionare strisce di carbonio unidirezionale per rinforzarlo e abbiamo potuto ridurre gli strati di tessuto di carbonio da 3 a 2.



	Senza ottimizzazione	Ottimizzato topologicamente
Peso	760g	680 g (-10%)
Deformazione massima ( $F_{\text{verticale}}=200\text{N}$ )	1,97 mm	1,14 mm (-42%)

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*



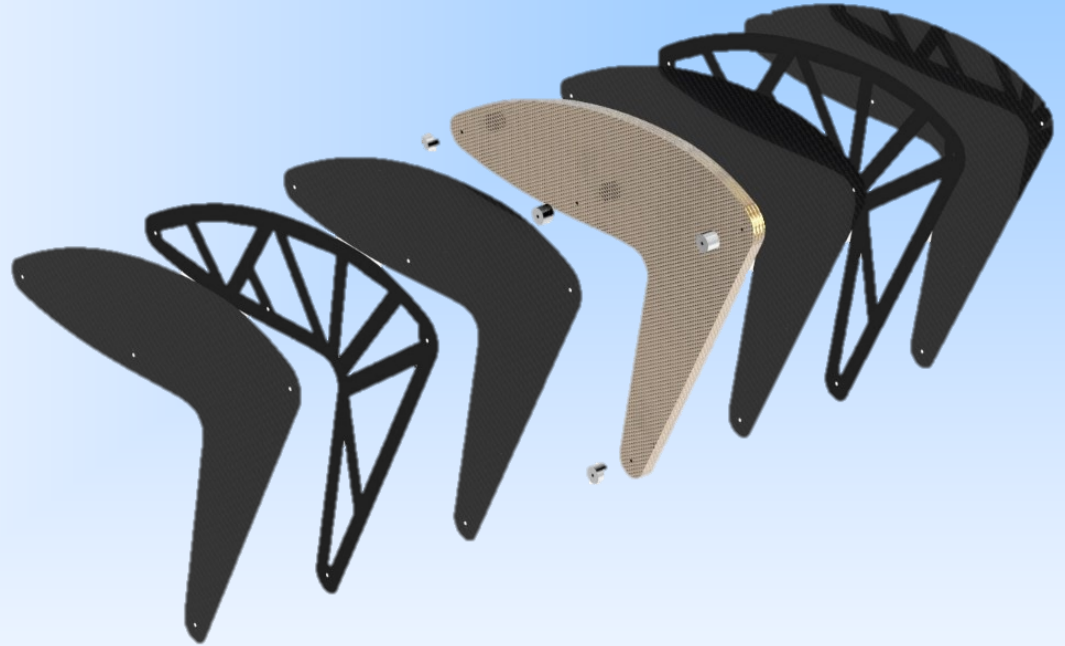
# SUPPORTI ALA POSTERIORE

- Layup finale

Grazie all'ottimizzazione siamo riusciti a ridurre il core in Nomex da 20 a 15 mm. Oltre a questo il layup finale prevede 2 pelli di tessuto (T300) e 2 strati di carbonio unidirezionale, distribuiti lungo le linee dell'ottimizzazione, per lato.

All'interno del laminato vengono inseriti anche gli inserti cilindrici in alluminio in corrispondenza dei fori di collegamento per evitare il cedimento della struttura per il serraggio delle viti.

Per garantire continuità tra inserti e core, oltre all'adesivo si distribuisce il *potting* intorno a questi.



---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

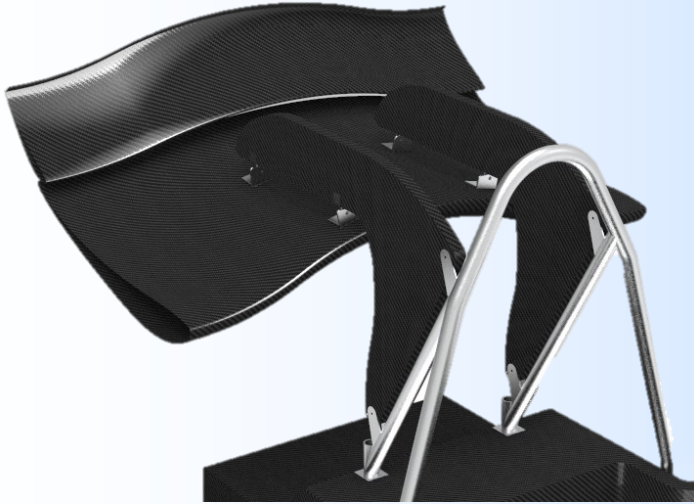
*Ciro Santi*



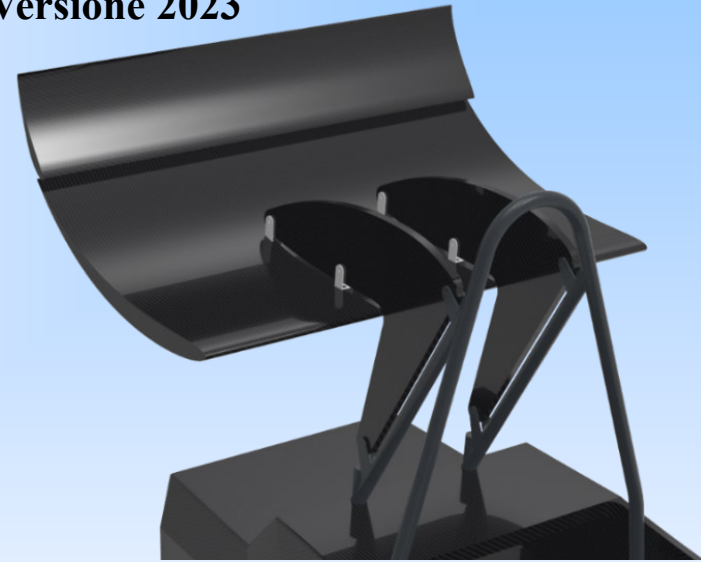
# SUPPORTI ALA POSTERIORE

- Risultati e confronti

Versione 2022



Versione 2023



	2022	2023
Peso	840g	680g (-19%)
Superficie laterale	93318 mm <sup>2</sup>	82490 mm <sup>2</sup> (-11,6%)
Spessore	22 mm	16,6 mm (-24,5%)

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

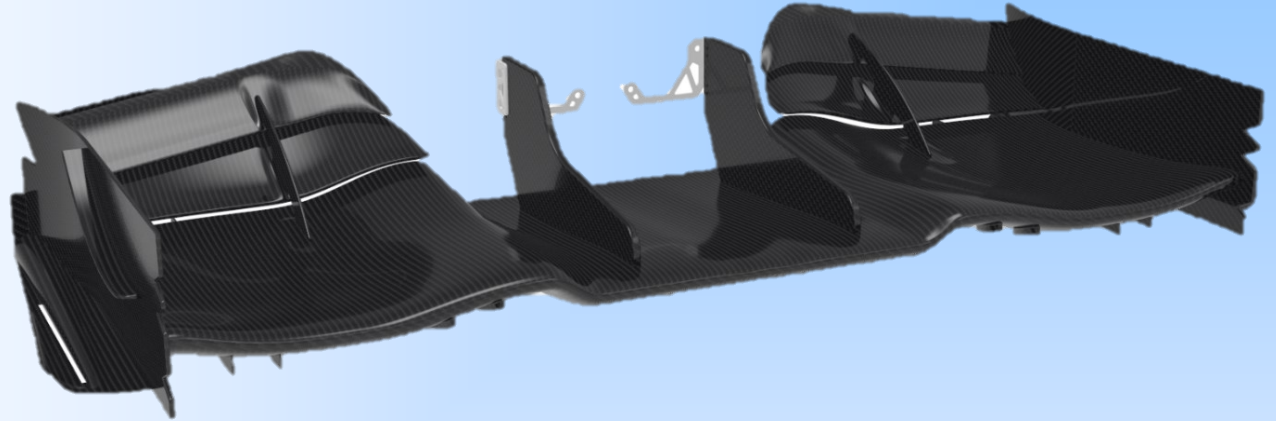
*Ciro Santi*



# SUPPORTI ALA ANTERIORI

- Obiettivi

- Rigidezza;
- Facilità e precisione di montaggio;
- Manufacturing semplice ed economico.

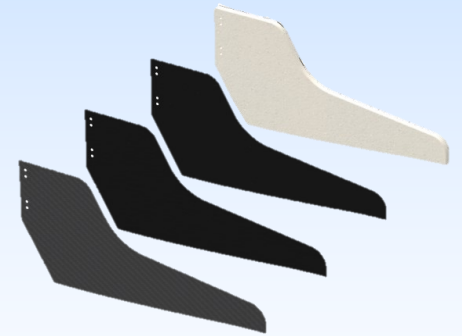


- Geometria

Vincolata da fori su AIP e ala anteriore già esistente con conseguente punto di fissaggio dei supporti già definita.

- Layup

Layup simmetrico con core in rohacell da 10mm, inserti in alluminio, 2 strati di unidirezionale (+45° e - 45°) e uno strato di tessuto T700.



---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*





# SUPPORTI ALA ANTERIORI

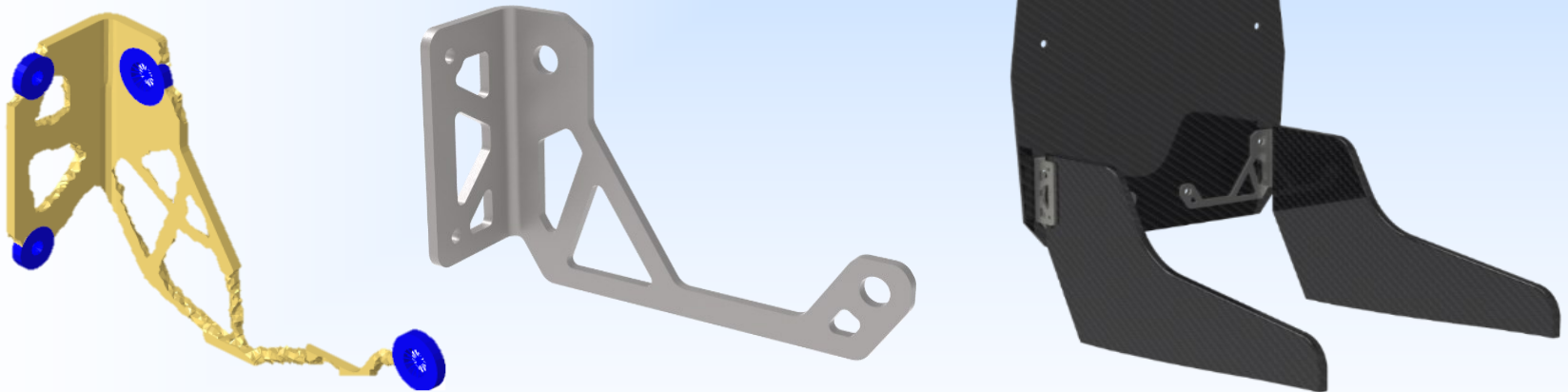
- **Ottimizzazione topologica staffe**

Per l'ala anteriore è stato necessario realizzare delle staffe di alluminio con una forma particolarmente allungata.

Per poterne ridurre il peso si è deciso di andare a rimuovere materiale ove possibile tramite l'ottimizzazione topologica.

Il componente viene realizzato con una lamiera di alluminio tagliata a laser e piegata a 90°.

Grazie all'ottimizzazione si è passati da 65g a 36g con un risparmio di peso superiore al 40%.



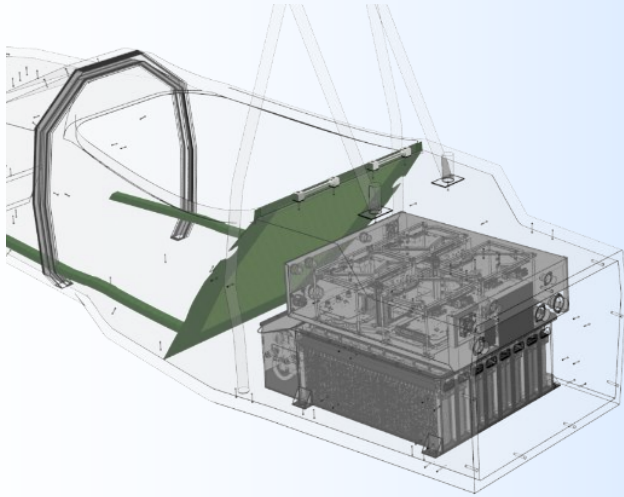
---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*



# FIREWALL & STATIC EVENTS



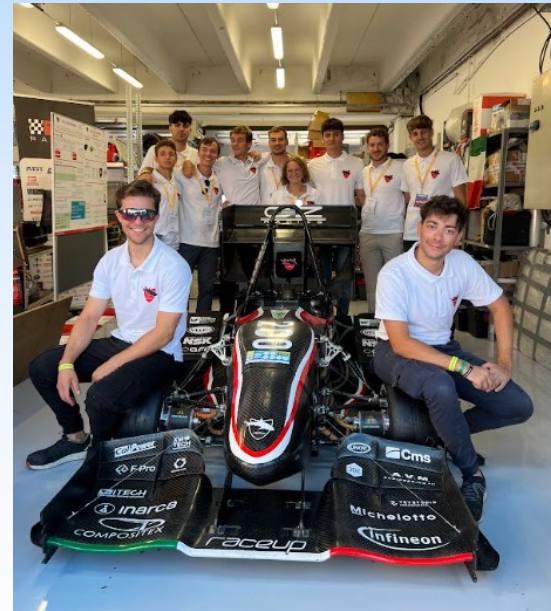
- Firewall

È la parete che divide la zona batteria e inverter dall'abitacolo; deve isolare il pilota elettricamente e termicamente. E composto da una cornice resa solidale alla scocca e da una botola di chiusura che permette l'accesso ai componenti elettrici per la manutenzione.

- Cost Event

L'evento del cost prevede la creazione di un elenco che riporti tutti i componenti della vettura (BOM). Per una parte di questi componenti vengono richiesti anche i materiali, gli strumenti utilizzati e i processi (DBOM) ed eventualmente anche il dettaglio dei costi (CBOM).

La completezza di tale documento viene discussa con i giudici durante l'evento a seguito di una presentazione dove giustifica le scelte di progettazione e di gestione delle risorse economiche.



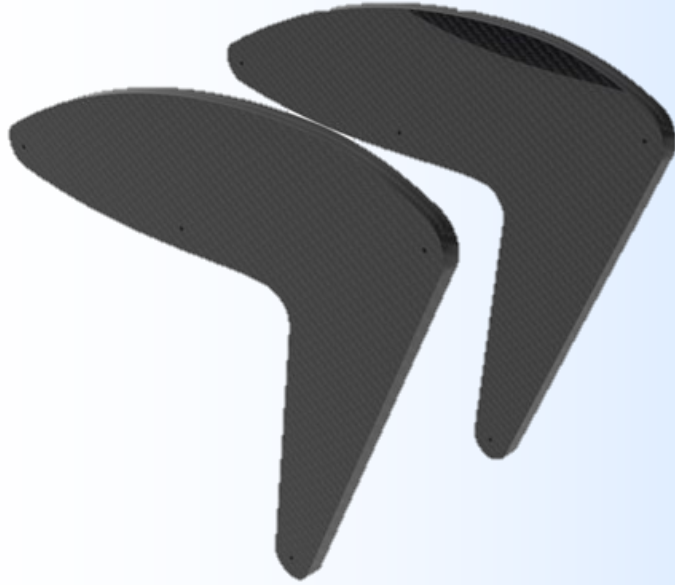
---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*



# CONCLUSIONI

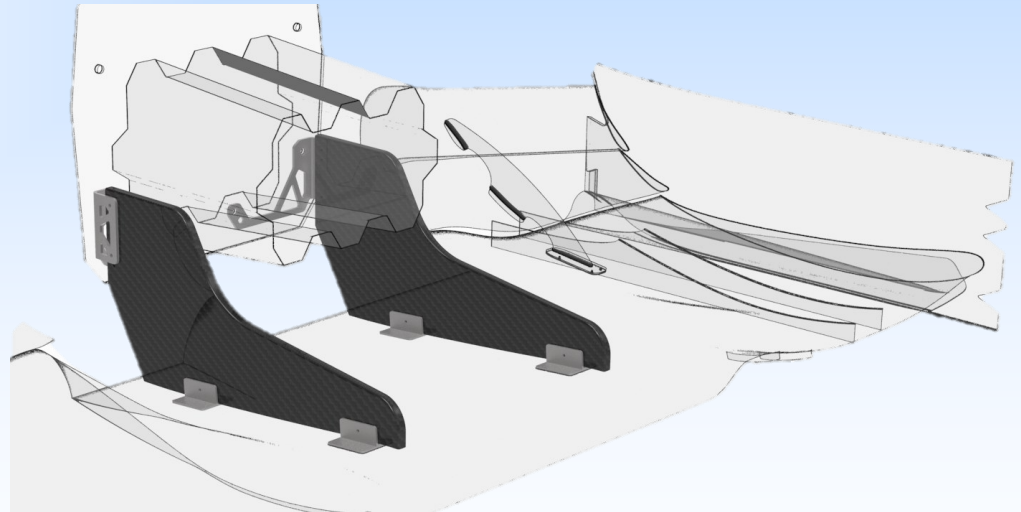


- Supporti ala posteriore

- Alleggeriti (19%) e ottimizzati;
- Rigidezza incrementata (10%);
- Design e manufacturing apprezzato dai giudici;
- Da migliorare l'assemblaggio.

- Supporti ala anteriore

- Rigidezza incrementata (10%);
- Manufacturing semplice ed economico;
- Peso eccessivo, necessario studio più approfondito;
- Da riprogettare sistema e modalità di fissaggio.



---

Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*



# RACE UP ELECTRIC - SG-e 06



Progettazione e sviluppo dei supporti ala anteriore e posteriore della vettura FSAE SG-e 06 2023

*Ciro Santi*

slide 12

