

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA

Sede di Forlì

Corso di laurea in

INGEGNERIA MECCANICA

Classe L-9

ELABORATO FINALE DI LAUREA

In Affidabilità e Sicurezza delle Costruzioni Meccaniche

Analisi Tecnica e Verifica dei Requisiti di Omologazione per  
un Veicolo Solare

CANDIDATO:

Edoardo Mazzotti

RELATORE:

Cristiano Fragassa

CORRELATORE:

Giangiacomo Minak

Ana Pavlovic

*Anno Accademico 2020-2021*



# Indice

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITOLO 1 .....</b>	<b>2</b>
1.1 EMILIA IV .....	2
1.2 TIPO DI VEICOLO .....	2
1.3 TIPO DI TELAIO E ROLL CAGE.....	4
1.4 SISTEMA FRENANTE.....	6
1.5 SISTEMA DI STERZO.....	8
1.5.1 <i>Battuta di Sterzo</i> .....	9
1.6 SOSPENSIONI ANTERIORI E POSTERIORI.....	9
1.6.1 <i>Sospensioni anteriori</i> .....	9
1.6.2 <i>Sospensioni Posteriori</i> .....	11
1.7 CERCHI.....	13
1.8 PACCO BATTERIA .....	16
1.8.1 <i>Contenitore Pacco Batteria</i> .....	18
1.9 LUCI E SISTEMA ELETTRICO.....	20
1.10 PANNELLO SOLARI.....	23
<b>CAPITOLO 2.....</b>	<b>24</b>
2.1 OMOLOGAZIONE .....	24
2.2 REQUISITI DI OMOLOGAZIONE .....	24
2.2.1 <i>Requisiti Soddisfatti</i> .....	25
2.3 REQUISITI DA SODDISFARE .....	26
2.3.1 <i>Misure contro la manomissione</i> .....	26
2.3.2 <i>Dispositivi di protezione contro un impiego non autorizzato</i> .....	28
2.3.3 <i>Compatibilità elettromagnetica (CEM)</i> .....	31
2.3.4 <i>Alloggiamento della targa d'immatricolazione</i> .....	38
2.3.5 <i>Vetri, tergicristalli e lavacristalli</i> .....	41
2.4 TABELLA RIASSUNTIVA DEI REQUISITI DI OMOLOGAZIONE .....	47
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....</b>	<b>49</b>

## Introduzione

Il presente lavoro prende ad oggetto un prototipo di veicolo solare da competizione progettato e costruito dall'Università di Bologna in collaborazione con l'Associazione Onda Solare. Questo veicolo, denominato 'Emilia IV', si è dimostrato una sports car dalle prestazioni eccezionali, vincendo due delle tre più importanti competizioni di settore (American Solar Challenge del 2018 ed European Solar Challenge del 2021). Il passo ora è la trasformazione del prototipo da corsa in veicolo da strada, quale dimostrazione di una mobilità davvero sostenibile. Tale risultato andrebbe a rappresentare un obiettivo di altissimo profilo, previsto all'interno del progetto "Two Seats for a Solar Car", un intervento transnazionale finanziato dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI), ma anche promosso dalla Central Europe Initiative (CEI) attraverso le due azioni di promozione sul territorio europeo denominate 'ATC Evo' e 'Composite for All'. Emilia IV è un'auto elettrica ad alimentazione solare estremamente innovativa, concepita inizialmente per affrontare al meglio le competizioni ad alimentazione esclusivamente solare.

Il seguente elaborato analizza le componenti principali e più importanti di un veicolo solare, verificando che queste risultino idonee alle linee guida dei requisiti di omologazione.

L'omologazione di un veicolo specifica il rispetto di norme tecniche obbligatorie, che garantiscono livelli minimi di prestazione. Tali norme si soffermano in particolare su tre caratteristiche delle autovetture: la sicurezza, le emissioni e i consumi.

Lo scopo dunque, di questo elaborato è quello di analizzare il veicolo al fine di determinare quali caratteristiche debbano essere modificate affinché sia conforme a tutte le specifiche tecniche dettate dalle normative di omologazione.

# Capitolo 1

## 1.1 Emilia IV

Il veicolo solare, preso in analisi in questo elaborato di tesi, è Emilia IV. Questa nasce dall'evoluzione di tre precedenti prototipi sviluppati dall'Università di Bologna in collaborazione con il team di Onda Solare. Come le precedenti auto Emilia II, ed Emilia III, anch'essa è nata al fine di partecipare a competizioni automobilistiche ad alimentazione solare; Emilia IV ha infatti partecipato e vinto l'America Solar Challenge del 2018 e anche l'European Solar Challenge del 2021. Il lavoro di progettazione, che ha coinvolto una sessantina di persone, è durato due anni, mentre la fase di costruzione è stata portata a termine in meno di un anno.

## 1.2 Tipo di veicolo

Emilia IV è un veicolo multi-occupante in grado di ospitare quattro persone. Grazie al grande utilizzo della fibra di carbonio e ad un design "clean", è stato stimato che il veicolo finito non superi i 300 kg includendo il pacco batteria. Le masse sono configurate leggermente in avanti, per motivi di stabilità, in modo da poter stimare che tale veicolo abbia una distribuzione del peso vicino al 55% anteriore, al 45% posteriore.

Le dimensioni del veicolo sono le seguenti:

- Lunghezza: 4610 [mm]
- Larghezza: 1775 [mm] + 280 [mm]
- Altezza: 1230 [mm]
- Interasse: 2772 [mm]
- Battistrada Ruota Anteriore: 1320 [mm]
- Battistrada Ruota Posteriore: 1200 [mm]

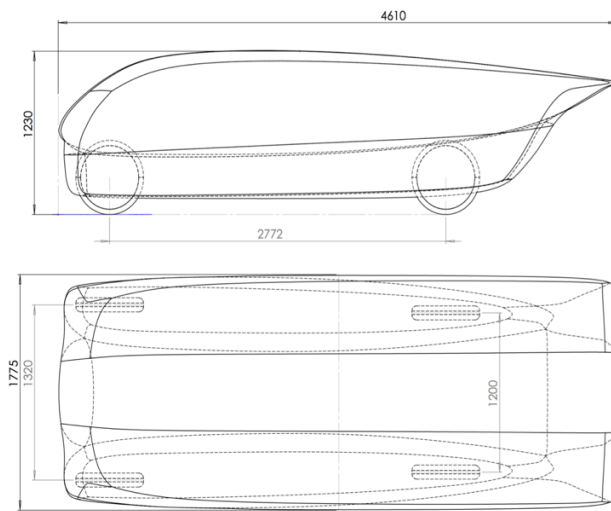


Fig. 1

### 1.3 Tipo di telaio e Roll Cage

Il telaio è una monoscocca composta in fibra di carbonio con una gabbia tubolare in titanio.

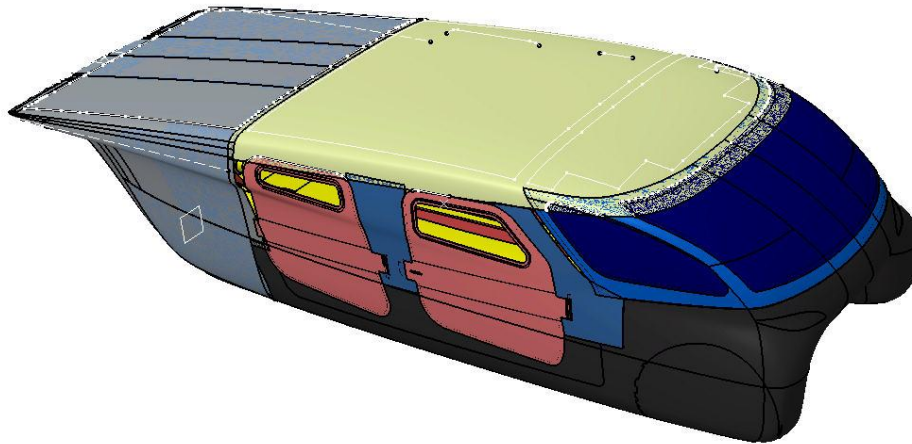


Fig. 2

Per la costruzione è stato necessario lo stampaggio del guscio esterno diviso in cinque componenti principali: telaio della piattaforma (tunnel centrale con doppi scafi), parabrezza, supporti verticali laterali, coda, tetto e infine le porte. Le componentistiche sono state tutte realizzate con una struttura a sandwich composita a spessore variabile. I rivestimenti sono costituiti da due strati ciascuno di fogli di fibra di carbonio T700/T800/T1000 e il nucleo è di 9 o 15 mm di nido d'ape Nomex con rinforzi Uni-direzionali. Vi sono inoltre dei supporti per sospensioni, molle, roll cage e sedili con inserti sfusi in fibra di carbonio.

I componenti metallici invece sono costituiti da: titanio di grado due per il roll cage, lega di alluminio 7075 e AA6061T6, acciaio inossidabile Fe510 per le parti più piccole.

Il telaio strutturale è stato progettato affinché possa resistere ad un carico di picco di 5g da tutte le direzioni, come risultato di un impatto dinamico, in cui g è la massa lorda totale del veicolo, compresi occupanti e zavorra. Il roll cage a otto

punti è realizzato con tubi di titanio di grado due di 31,75 mm di diametro e 1,24 mm di spessore. Questo è stato bullonato al telaio della piattaforma durante il montaggio su punti di giunzione rinforzati posizionati sul telaio della piattaforma principale e sui sedili strutturali.

Tutte le sospensioni sono collegate direttamente alla struttura del veicolo rispettivamente sul firewall e su quella del sedile posteriore.

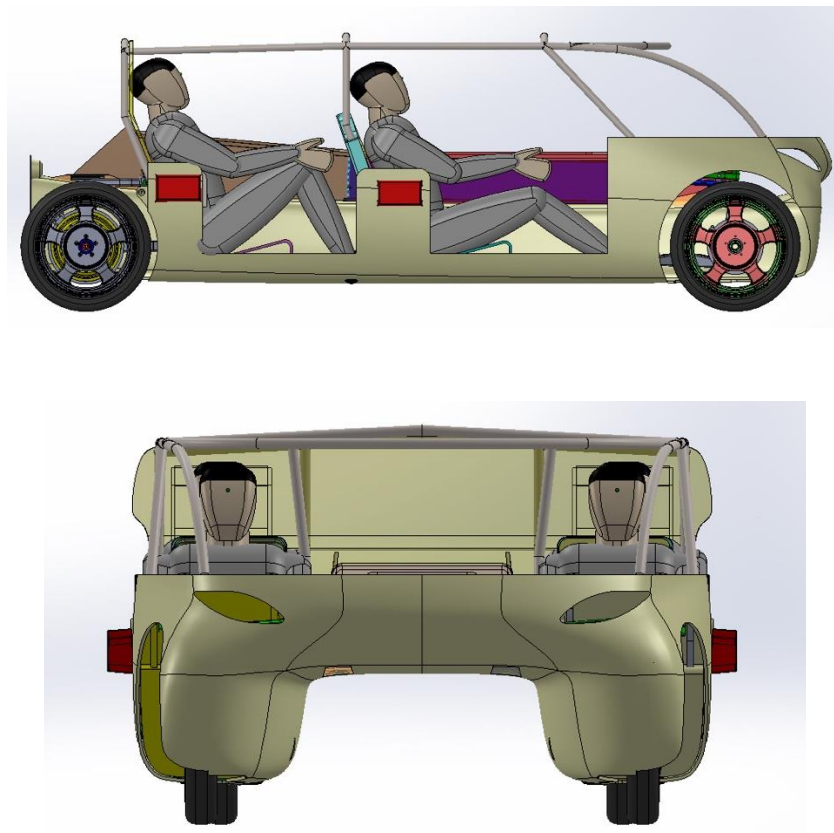


Fig. 3 In queste immagini è possibile visualizzare il Roll Cage.



## 1.4 Sistema Frenante

L'impianto frenante principale è un freno doppio anteriore e posteriore, con doppia pompa con quattro freni a disco e pinze commerciali. Attraverso la figura sottostante è possibile visualizzare lo schema generale del sistema, mentre in tabella 1 vi sono riassunti i valori principali delle pompe commerciali, delle pinze e dei dischi sezionati. In figura si può notare inoltre lo schema del funzionamento del freno di stazionamento (linea blu). Lavora attraverso una pompa idraulica aggiuntiva ad azionamento manuale che agisce sulla ruota anteriore sinistra con mezza pinza. Il sistema ha le stesse caratteristiche dei freni principali, anche se con una leva manuale di bloccaggio.

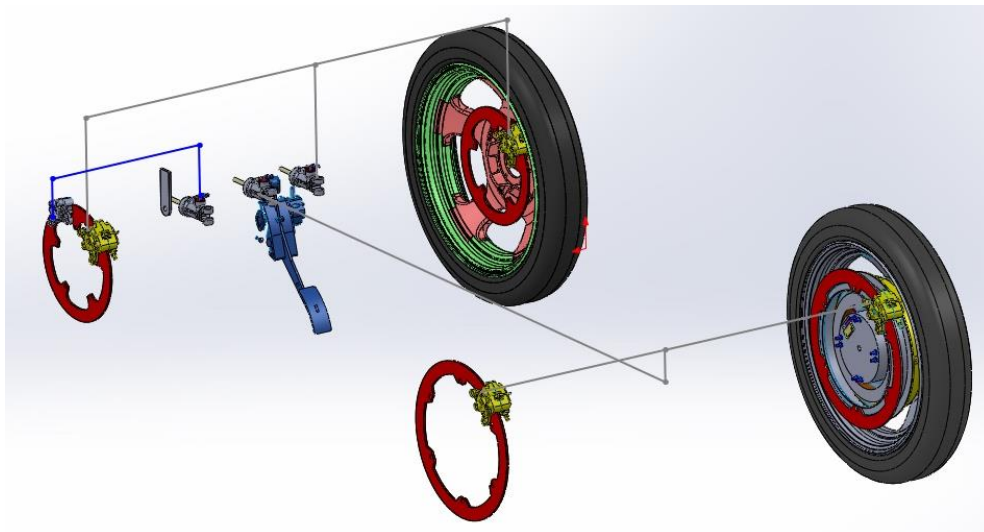


Fig. 4

Caliper	
Manufacturer:	AP Racing
Model:	4226
Piston Area:	10.1 [cm <sup>2</sup> ]
Pad Retainer:	CP4226-103
Pad	
Caliper Family:	4226
Thickness:	7.0 [mm]
Area:	9.4 [cm <sup>2</sup> ]
Pump	
Manufacturer:	AP Racing
Model:	6465
Weight:	0.27 [kg]
Full Stroke:	25.4 [mm]
Bore Size Selected:	25.4 [mm]
Part Number:	CP6465-254PRME
Overall Sizing	
Front/Rear Disc Diameter:	0.12/0.16 [m]
Pedal Lever:	4:1
Total force on Pump:	2000 [N]
Total Pressure:	40 [bar]
Vehicle Deceleration:	0.56g

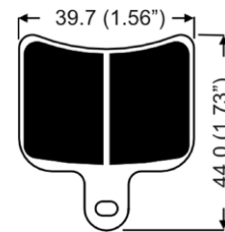


Tabella 1

## 1.5 Sistema di Sterzo

È stata creata una cremagliera su misura per il sistema di sterzo (soluzione che era già stata utilizzata su Emilia II ed Emilia III). Tale progetto è stato regolato a seguito dell'asimmetria della posizione del conducente. Sia aste di collegamento che piantone dello sterzo, sono realizzati mediante tubi in fibra di carbonio con rinforzi interni che conferiscono loro una sezione  $\oplus$  unica e robusta. Sono inoltre in fibra di carbonio anche le estremità delle aste, i collegamenti agli elementi di sospensione verticali e ai giunti articolati.

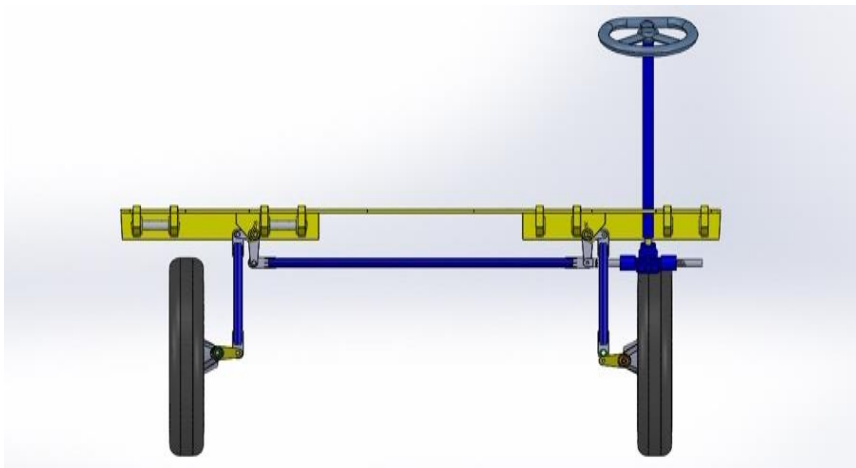
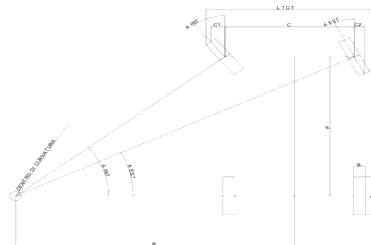


Fig.6 In blu aste di collegamento.

Wheelbase:	P	2772 [mm]
Front Track:	C	1320 [mm]
Mean Steer Rad.:	R	6000 [mm]
Internal Angle:	A INT	27.43°
External Angle:	A EST	22.60°
Obstruction Int. Wheel:	C1	129.0028 [mm]
Obstruction Ext. Wheel:	C2	107.5930 [mm]



## 1.5.1 Battuta di Sterzo

La battuta di sterzo si ottiene con rondelle imbullonate su entrambe le estremità della cremagliera.

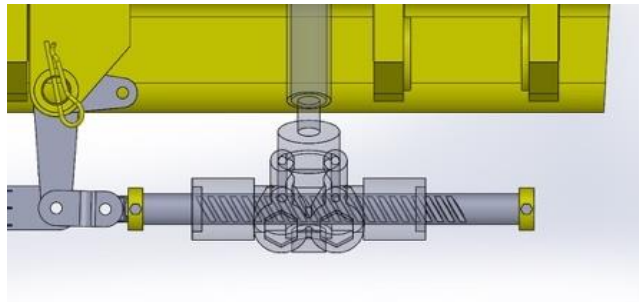


Fig. 7

## 1.6 Sospensioni Anteriori e Posteriori

### 1.6.1 Sospensioni anteriori

Le sospensioni anteriori sono a braccio oscillante longitudinale con molla a balestra trasversale. [Fig. 8 ne mostra la configurazione]. Il sistema di sospensione e i giunti sono realizzati su misura in fibra di carbonio. Sia il braccio superiore che quello inferiore sono incernierati alla struttura del veicolo e presentano un giunto uniball sull'asta verticale. È stata effettuata l'analisi Kineto-elastic-dynamic FEM con alcuni carichi prescritti 1g turn, 2g bump e 1g brake worst-case scenario.

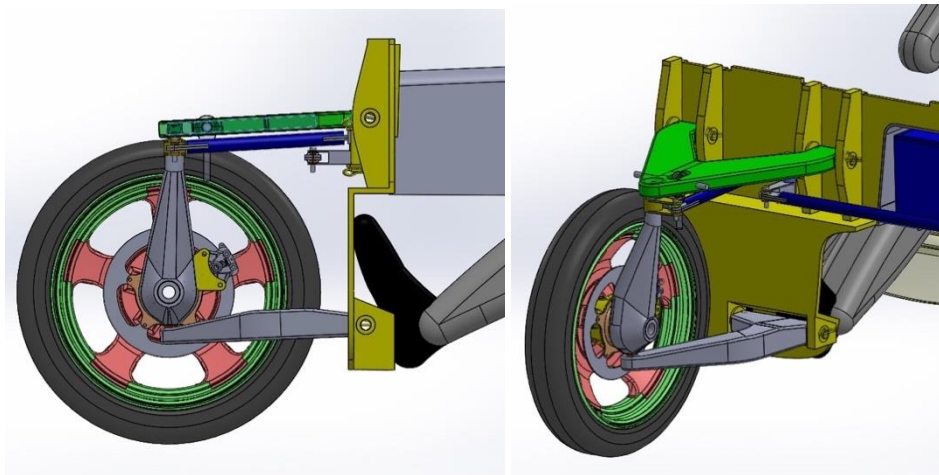


Fig. 8 Sospensione Anteriore

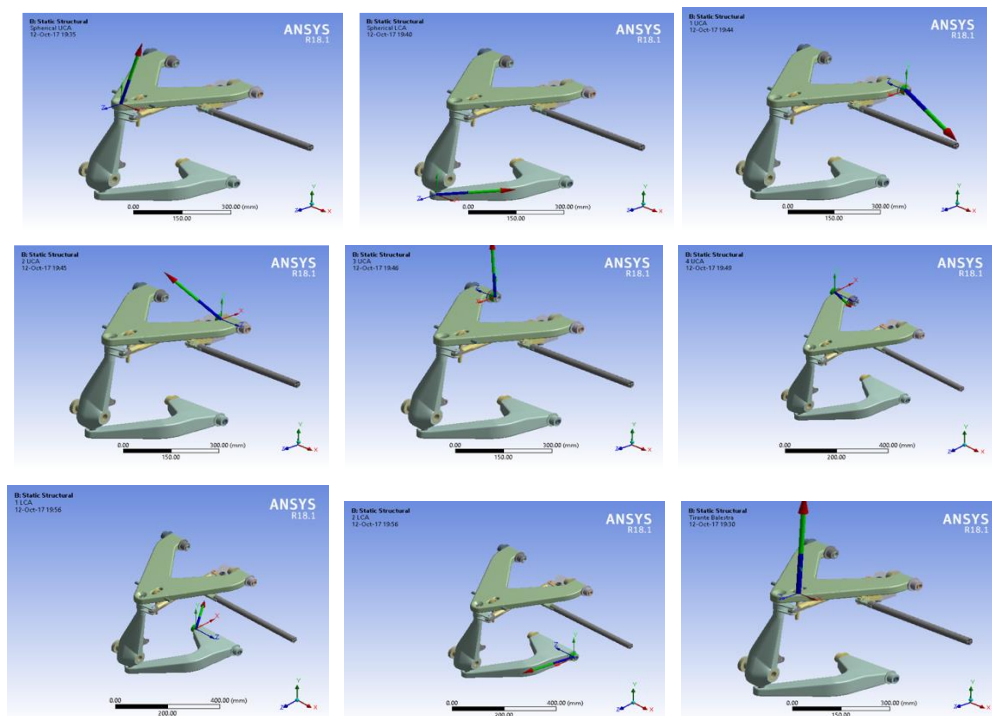


Fig.9

I carichi massimi di taglio e la selezione dei componenti sono presentati insieme alle sospensioni anteriori nelle tabelle seguenti (tabella 2). (figura 10 mostra i dettagli delle estremità delle aste).

## 1.6.2 Sospensioni Posteriori

Le sospensioni posteriori sono a braccio oscillante longitudinale con molla a balestra trasversale. [figura 11 ne mostra configurazione generale]. Il sistema di sospensione e i giunti sono realizzati su misura in fibra di carbonio. I bracci superiori e inferiori sono incernierati su una parte del sottotelaio strutturale. Come per le sospensioni anteriori è stata eseguita la stessa analisi FEM Kineto-elastic-dynamic con i medesimi carichi. La tabella 2 riassume i carichi massimi di taglio sulle estremità delle aste e sulla selezione dei componenti.

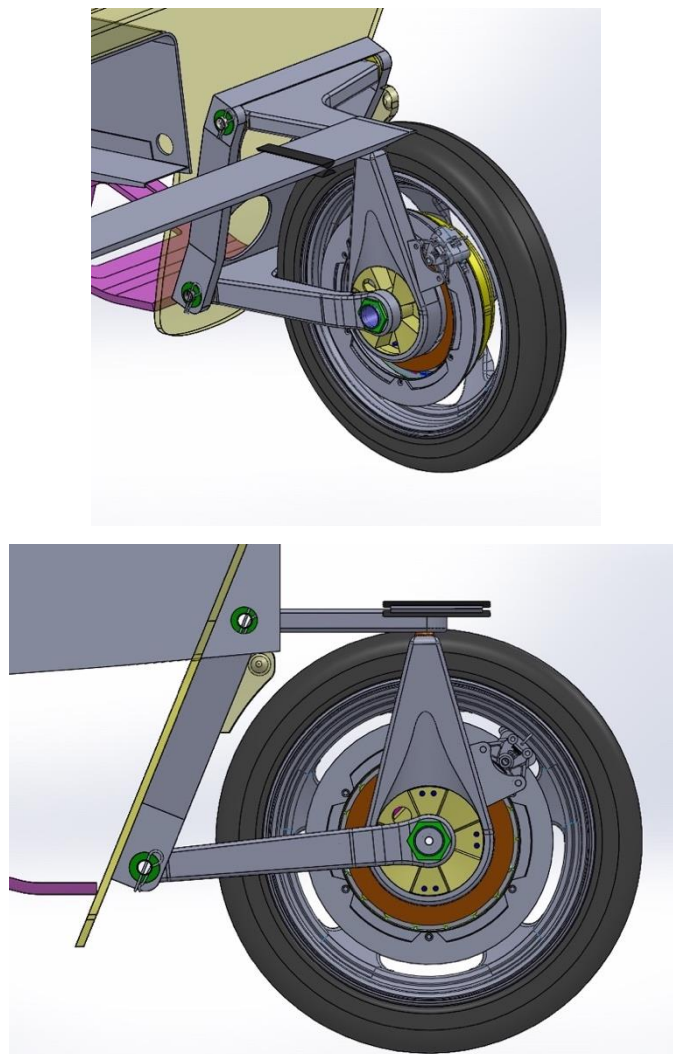


Fig. 10 Sospensioni posteriori

<b>Uniballs</b>								
<i>Position</i>	<i>F tot [N]</i>	<i>F axial [N]</i>	<i>F radial [N]</i>	<i>Type</i>	<i>C0 [N]</i>	<i>Int. Diam. [mm]</i>	<i>Ring Width [mm]</i>	<i>Spec. Pres. [MPa]</i>
Front Upper	2212	1338	3036	SSE10.5	221.2	19.05	10.5	41.5
Front Lower	2130	326.5	3178	SSE8.5	408.1	15.88	9	30
Rear Upper	4571	40.50	6855	SSE8.5	457.1	15.88	9	0.33
Rear Lower	1681	968.1	2328	SSE8.5	1210	15.88	9	21.6

<b>Bushings</b>					
Material: Polyamide – Admissible Pressure = 40Mpa					
<i>Position</i>	<i>Total F</i>	<i>Type</i>	<i>Internal Diam.</i>	<i>min Width</i>	
Front Upper 1	2126.9 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	2.65 [mm]	
Front Upper 2	369.21 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	0.46 [mm]	
Front Upper 3	607.04 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	0.76 [mm]	
Front Upper 4	421.82 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	0.52 [mm]	
Front Lower 1	1252.1 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	1.55 [mm]	
Front Lower 2	2634.7 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	3.29 [mm]	
Rear Upper 1	1240.1 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	1.55 [mm]	
Rear Upper 2	682.39 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	0.85 [mm]	
Rear Lower 1	4707.6 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	5.88 [mm]	
Rear Lower 2	2842.2 [N]	SKF PPM202320	20 [mm]	3.55 [mm]	

Tabella 2

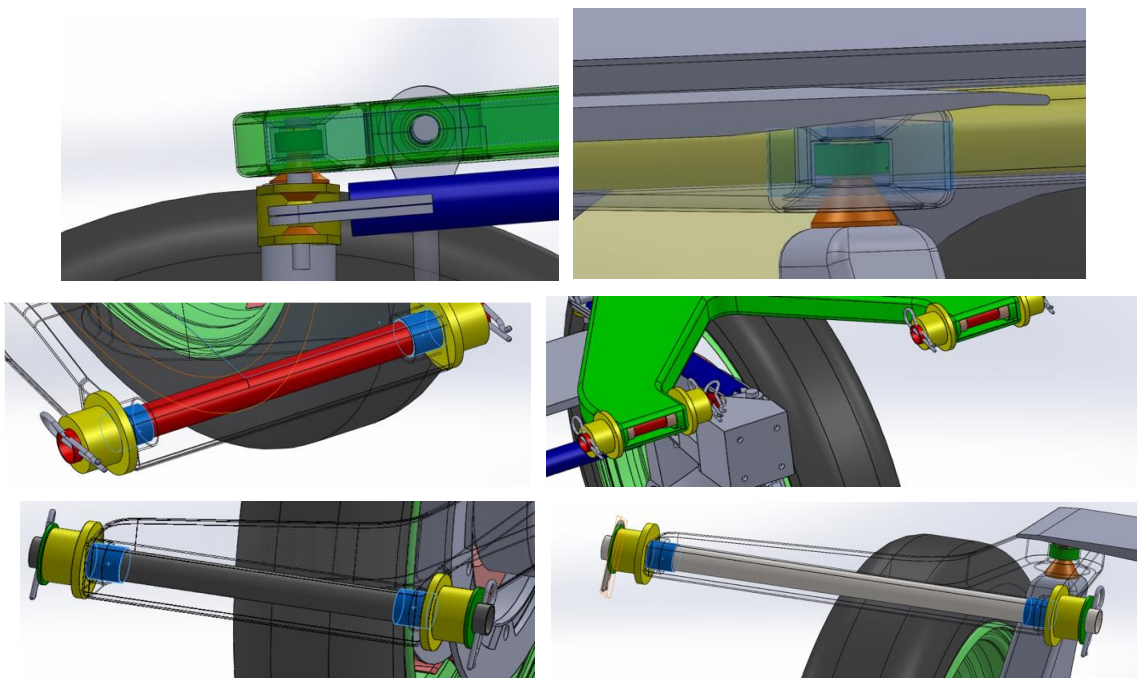


Fig. 11

## 1.7 Cerchi

In figura si osservano i cerchi che sono stati costruiti dal team. Sono interamente realizzati in fibra di carbonio, hanno un canale da 3" e una barra di pressione che è stata testata fino a 8 bar.

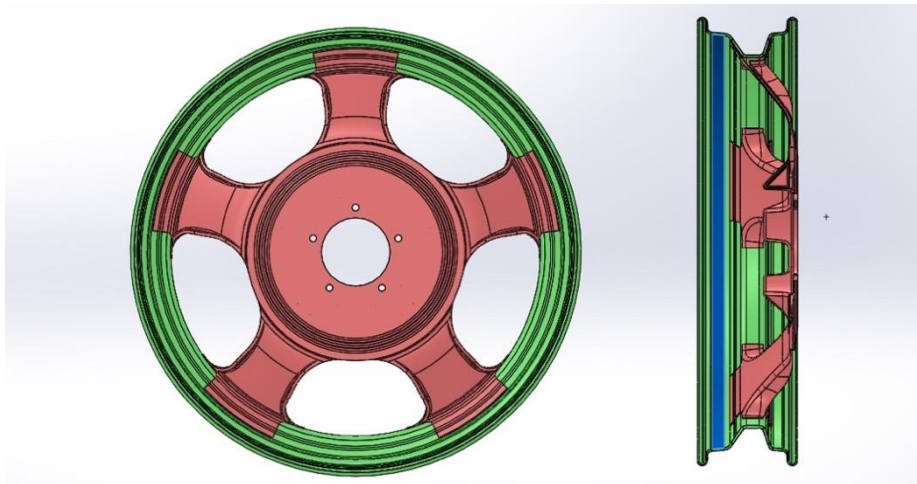


Fig. 12 Panoramica del Design della Gomma

Per la progettazione del mozzo e della ruota sono state fatte, durante la progettazione, alcune ipotesi:

- Massa totale più elevate del veicolo carico:  $m = 700$  [kg]
- Coefficiente di attrito longitudinale e trasversali:  $F_l = 1.1$  ;  $F_t = 0.9$
- Altezza centro di massa:  $h_{cg} = 580$  [mm]
- Base della ruota centrale rispetto centro di massa:  $l/2 = a_1 = a_2 = 1389$  [mm]

Considerati questi dati è stato calcolato la decelerazione massima consentita  $10.791 \text{ m/s}^2$ , il trasferimento del carico  $1389.75 \text{ N}$  e infine il carico sull'asse anteriore e posteriore  $4823.25 \text{ N}$  e  $2043.75 \text{ N}$ . Ne risulta che l'asse anteriore sia quello più sollecitato.

La forza verticale massima  $F_v$  che agisce sulla ruota è:  $2411.63 \text{ N}$ .

La forza longitudinale massima  $F_l$  è:  $2652.79 \text{ N}$

La forza trasversale massima  $F_t$  è:  $2170.46 \text{ N}$ .



In base a questi carichi, è stato possibile progettare il mozzo e la ruota. Essa è stata progettata mediante il metodo di calcolo fornito dalla norma TUV ECE-R124e.

Nella figura seguente si osservano i dettagli della ruota posteriore, il rotore e la struttura del mozzo.

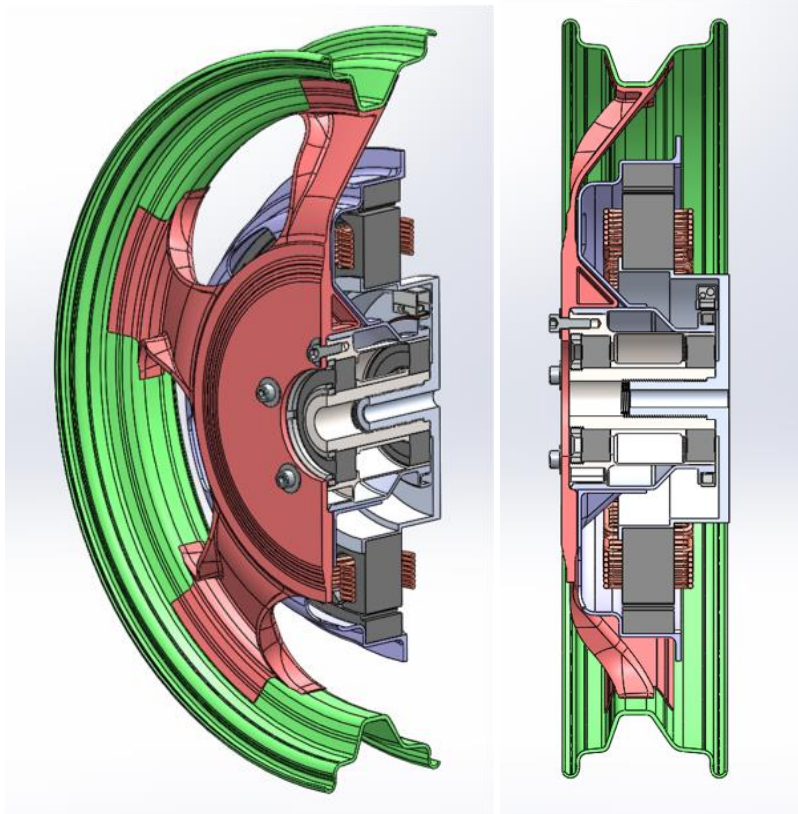


Fig. 13

Il team ha effettuato l'analisi FEM dei cerchi, utilizzando elementi del guscio e ottimizzando il lay-up degli strati di carbonio. Per ridurre i pesi e ottimizzare la struttura, sono state utilizzate anche fibre di carbonio ad alto modulo UD (Uni-Directional). Ulteriori informazioni sono trovate nella [fig. 15].

Il mozzo, che supporta i cuscinetti, è realizzato in acciaio temperato 30NiCrMo12. Ha un diametro interno di 20 mm e uno esterno di 35 mm. La specifica si osserva nella [fig. 14]. Per le ruote anteriori e posteriori, abbiamo scelto due cuscinetti radiali a sfere della serie ad alta efficienza energetica da SFK (E2.6207).

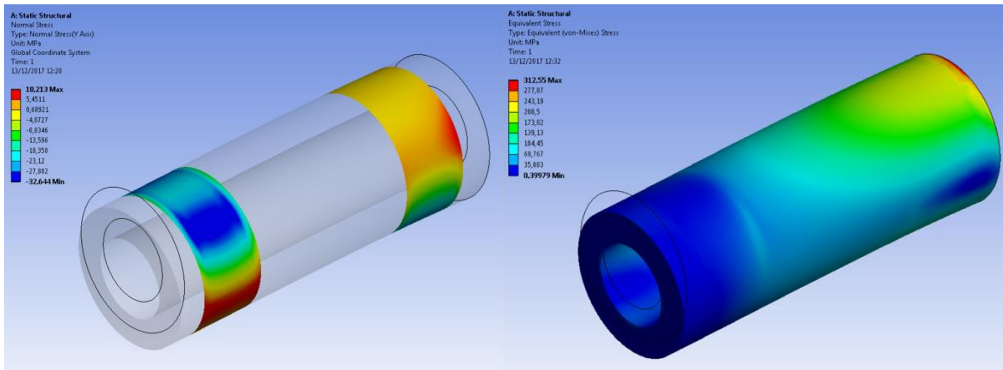


Fig. 14

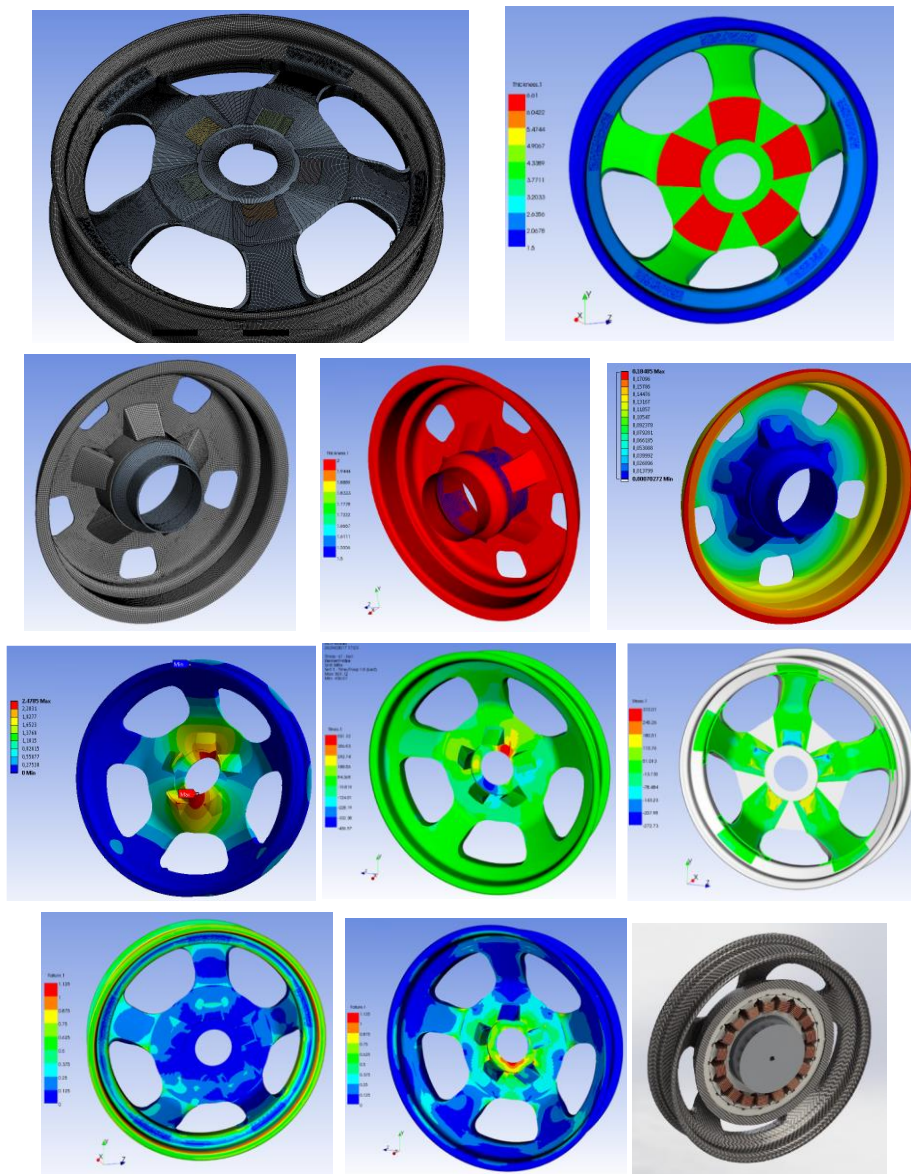


Fig. 15

## 1.8 Pacco Batteria

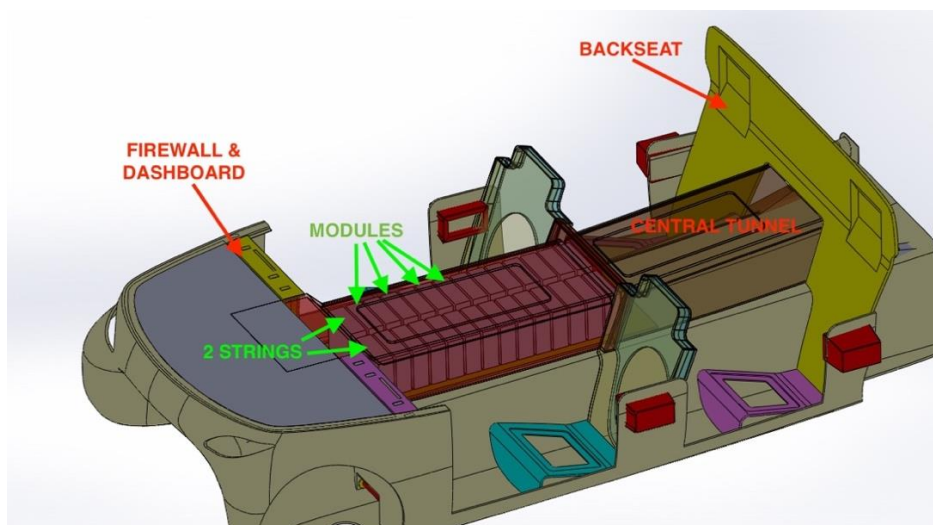
Il pacco batteria di Emilia IV è situato sul telaio strutturale principale nella galleria centrale, vedi [Fig. 16].

Il porta-batterie contiene le due stringhe di 14 moduli ciascuna in configurazione longitudinale. Queste sono fissate con viti ad una piastra rivestita in Kevlar con rinforzi in fibra di carbonio. L'isolamento è garantito dal Kevlar e dal supporto della vite collegato a piastre di plastica dei moduli.

La batteria è distanziata dai passeggeri grazie alla chiusura del tunnel, da entrambe le estremità. Il sedile posteriore, il firewall frontale e il gruppo cruscotto la separano dalle persone. Questa configurazione garantisce la sicurezza dei passeggeri, anche senza una copertura dedicata della batteria e aiuta il raffreddamento di questa, grazie alla maggiore massa d'aria a disposizione.

Il tunnel centrale e il coperchio sono realizzati in fibra di carbonio che è ignifuga e non facilmente corrodibile da perdite o danni cellulari.

Il pacco batteria può essere estratto dal retro facendolo scorrere sul telaio. Sarà quindi fissato in posizione con specifiche piastre angolari imbullonate sulla scatola e sul telaio, come si vede nella [fig. 16] (Front/Rear mounting).



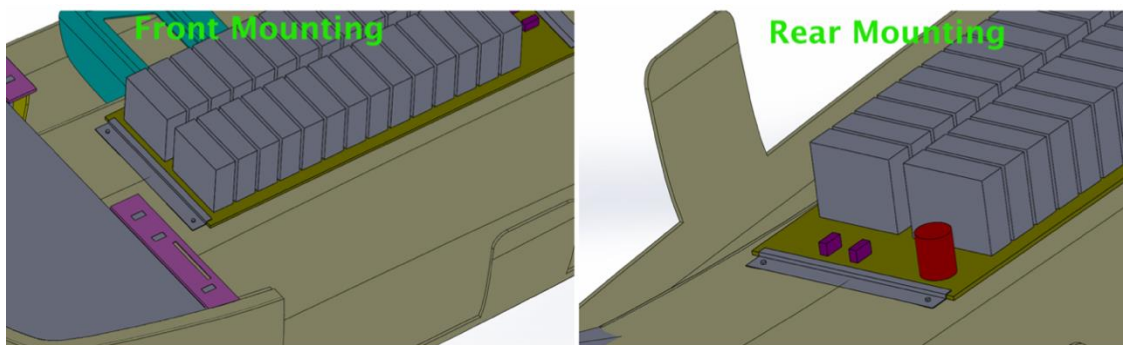


Fig. 16

Pertanto, i moduli vengono avvitati alla piastra della batteria e questa viene fissata attraverso viti al telaio. Poiché non sarà frequentemente spostato, una volta installato, ci saranno aperture sul coperchio per poter operare sul pacco batterie ed effettuare procedure di scollegamento, sgancio, verifica del funzionamento, chip di programmazione e altro. Ovviamente queste aperture sono sigillate ermeticamente nelle normali operazioni.

Come si può osservare dalla [fig. 17], la piastra della batteria ha spazio sul retro ove poter posizionare tutti i dispositivi e i connettori di sicurezza elettrici necessari. In particolare, questo spazio ospita l'interruttore principale della batteria, una scheda BPS per stringa e tutti connettori necessari.

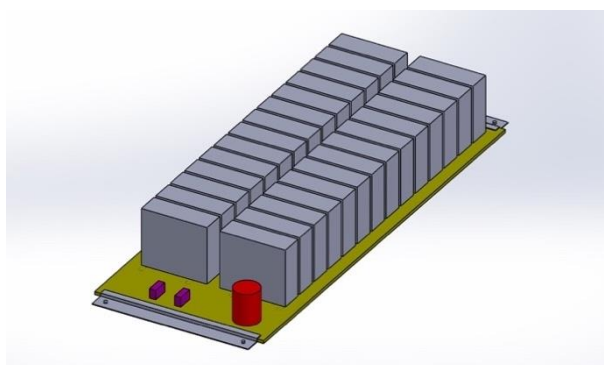


Fig. 17

## 1.8.1 Contenitore Pacco Batteria

Per garantire una solida costruzione del contenitore del pacco batteria è stata effettuata un'analisi FEM. La geometria è composta da una base di lunghezza di 1700 mm, con sezione divisoria nella dimensione corta, alle estremità della struttura. La base viene chiusa da un coperchio strutturale per salvaguardare l'intera batteria.

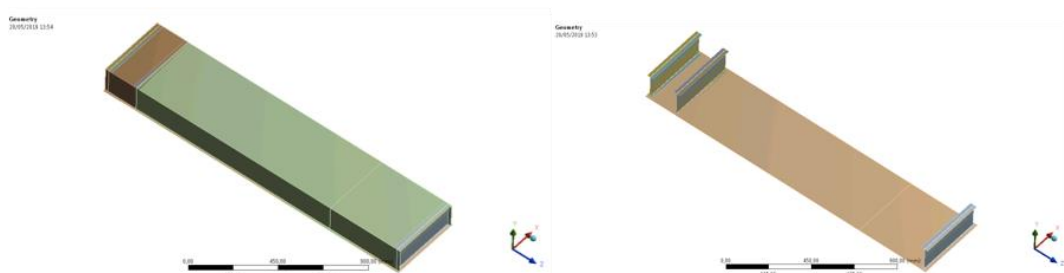


Fig. 18

La mesh è realizzata tramite il metodo MultiZone Quad/Tri con elementi quadrilateri di cella, il più piccolo dei quali, ha una superficie di 3 mm<sup>2</sup> per un totale di 4349 nodi e 3971 elementi.

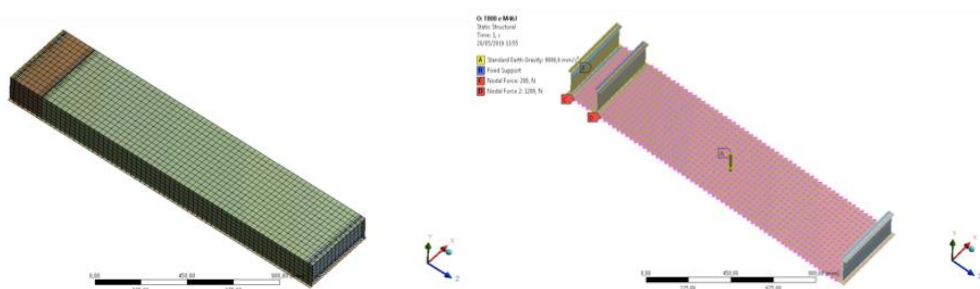


Fig. 19

La struttura è fissata ai bordi e il carico della batteria è stato semplificato con una forza distribuita lungo la base. La forza è suddivisa in 200 N e 1200 N. I materiali utilizzati e il layup della laminazione sono i seguenti:

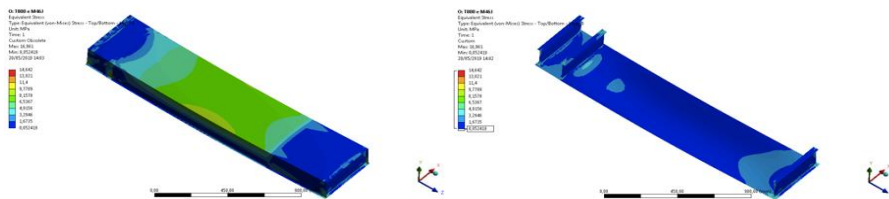
Base:

Lid:

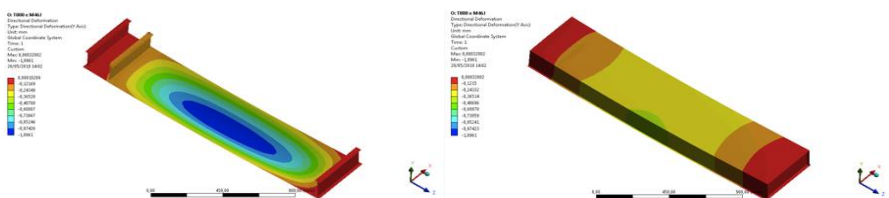
Material	Thickness[mm]	Angle [°]	Material	Thickness[mm]	Angle [°]
T800	0,15	0	T800	0,15	0
T800	0,15	90	T800	0,15	90
M46J	0,1	0	T800	0,15	-45
T800	0,15	45	T800	0,15	45
T800	0,15	-45	Nomex	6	0
Nomex	6	0	T800	0,15	-45
T800	0,15	-45	T800	0,15	45
T800	0,15	45	T800	0,15	90
M46J	0,1	0	T800	0,15	0
T800	0,15	90			
T800	0,15	0			

Tabella 3

Results: Stress



Results: Deformation



Results: Buckling Analysis

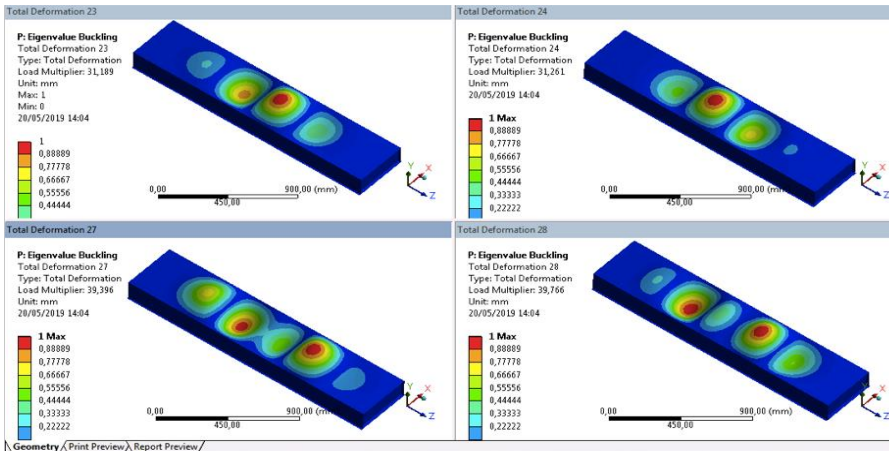


Fig. 20

## 1.9 Luci e Sistema Elettrico

Tutte le luci utilizzate sul veicolo sono omologate ECE.

Fanali Anteriori:


- Proiettori stradali poliellissoidali**  
 Grado di protezione: IP66  
 Materiale corpo: Tecnopolimero  
 Materiale lente: Vetro  
 Tensione di alimentazione: 12V  
 Tipo di illuminazione: Lampadina HB3 (12V - 60W)  
 Connessione: Tramite lampadina HB3  
 Temperatura di funzionamento: -30°C + +70° C  
 Omologazione: ECE
- Polyellipsoidal headlamps**  
 Sealing: IP66  
 Housing material: Technopolymer  
 Lens material: Glass  
 Power supply voltage: 12V  
 Type of lighting: HB3 bulb (12V - 60W)  
 Connection: Through bulb HB3  
 Operating temperature: -30°C + +70° C  
 Homologation: ECE



Luci diurne e indicatori di direzione anteriore:

**Small Lamp Range**

- Fanali anteriori ø 75 mm.**  
 Materiale corpo: ABS  
 Materiale lente: metacrilato  
 Tensione di alimentazione: 12V o 24V  
 Tipo di illuminazione: n°8 LED  
 Grado di protezione: IP66 + IP9K  
 Temperatura di funzionamento: - 30° C + + 50° C
- Front lamps ø 75 mm.**  
 Housing material: ABS  
 Lens material: metacrylate  
 Power supply voltage: 12V or 24V  
 Type of lighting: n°8 LEDs  
 Sealing: IP66 + IP9K  
 Operating temperature: - 30° C + + 50° C



Indicatori di direzione laterali:

⚡ Elettromeccanica  
Electromechanical

**RIPETITORI DI DIREZIONE | SIDE TURN SIGNAL REPEATER LAMPS**

Ø 39 x 55 mm  
Omologazione: ECE  
Homologation: ECE

BULB 12V




P/N	Connessione
2086883 27.1026.0000	LH / RH SUPERSEAL 2 vie - 2 pins

## Fanali posteriori e indicatori di direzione posteriore:

- **Fanali posteriori 247,8x22,9 mm.**

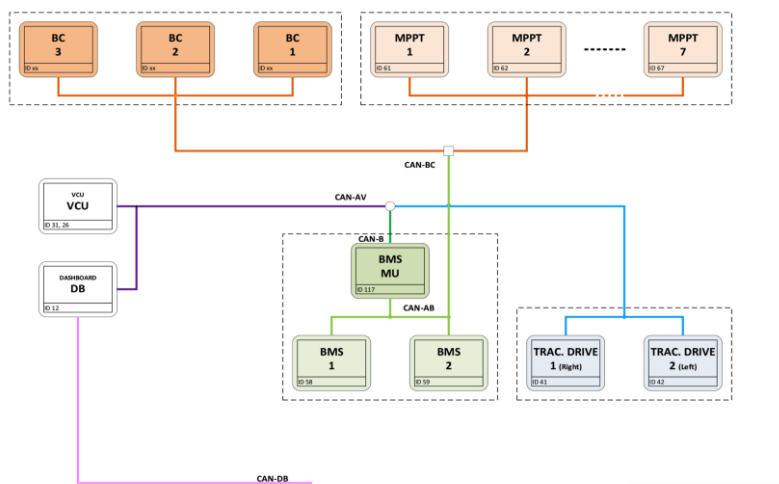
Grado di protezione: IP67  
 Materiale corpo: ABS  
 Materiale lente: policarbonato  
 Compatibilità elettromagnetica (EMC): ECE R10



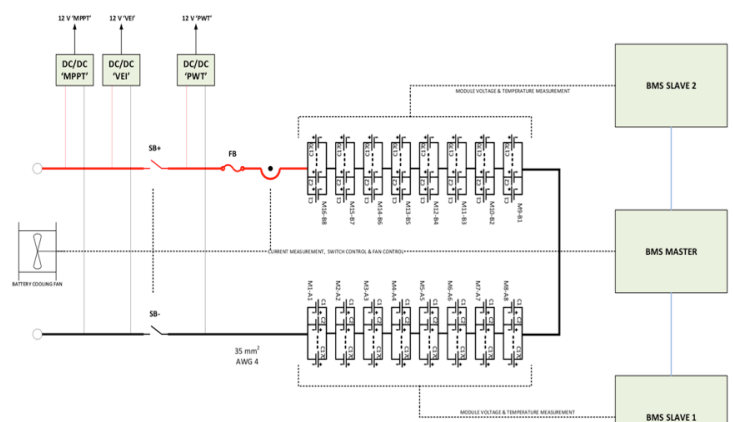
- **Rear lamps 247,8x22,9 mm.**

Sealing: IP67  
 Housing material: ABS  
 Lens material: polycarbonate  
 Electromagnetic compatibility (EMC): ECE R10

Nelle seguenti pagine viene illustrato lo schema elettrico dell'intero veicolo con il dimensionamento dei componenti, una panoramica del pacco batteria e dei collegamenti BMS e l'architettura Can-bus. Tutti i componenti principali sono realizzati su misura, ad eccezione dei caricabatteria, realizzati su misura per il veicolo al fine di migliorare l'integrazione e l'efficienza.



ONDA	CANBUS - FIAN '16
SOLARE	
CREATED BY	REV
DATE	REV



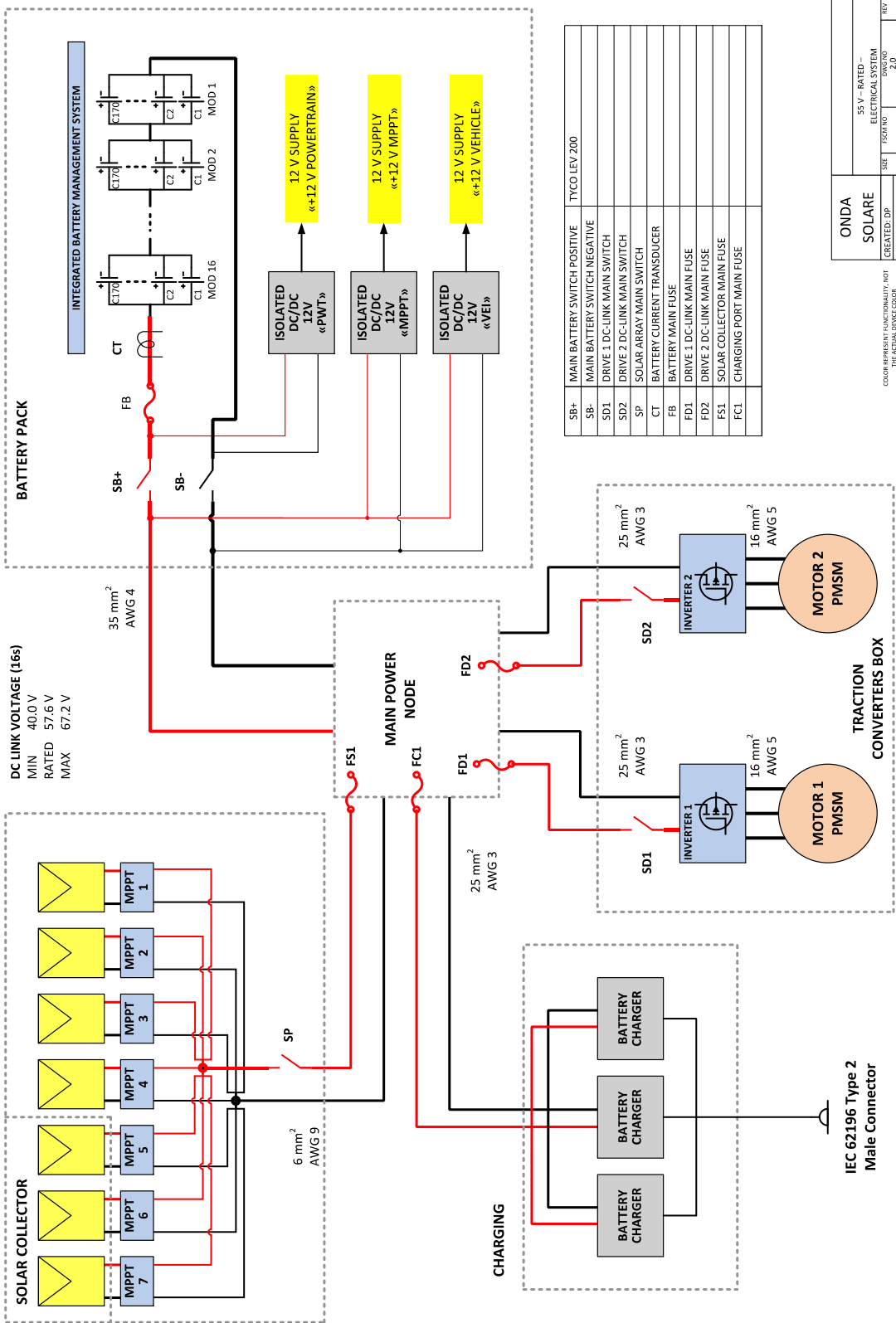
SB+	MAIN BATTERY SWITCH POSITIVE
SB-	MAIN BATTERY SWITCH NEGATIVE
CT	BATTERY CURRENT TRANSDUCER
FB	BATTERY MAIN FUSE

ONDA	BATTERY PACK BASIC SCHEME
SOLARE	
CREATED BY	REV
DATE	REV



PANASONIC 18650GA

DC LINK VOLTAGE (16s)  
 MIN 40.0 V  
 RATED 57.6 V  
 MAX 67.2 V



SB+	MAIN BATTERY SWITCH POSITIVE	TYCO LEV 200
SB-	MAIN BATTERY SWITCH NEGATIVE	
SD1	DRIVE 1 DC-LINK MAIN SWITCH	
SD2	DRIVE 2 DC-LINK MAIN SWITCH	
SP	SOLAR ARRAY MAIN SWITCH	
CT	BATTERY CURRENT TRANSDUCER	
FB	BATTERY MAIN FUSE	
FD1	DRIVE 1 DC-LINK MAIN FUSE	
FD2	DRIVE 2 DC-LINK MAIN FUSE	
FS1	SOLAR COLLECTOR MAIN FUSE	
FC1	CHARGING PORT MAIN FUSE	

**ONDA SOLARE**

55 V - RATED - ELECTRICAL SYSTEM

CREATED: DIP

SCALE: NO

REVISED: 3.0

DATE: 1.07.13

COLOUR REPRESENTS FUNCTIONALITY, NOT THE ACTUAL DEVICE COLOUR

## 1.10 Pannello Solari

Il veicolo presenta una copertura fotovoltaica di 5 metri quadrati, composta da circa 320 celle in silicio e con una potenza nominale di 1200W. Questa energia viene immagazzinata in 67 kg di batteria a ioni di litio, riversata poi in due motori da 3kW ciascuno. La laminazione delle celle è ad opera dell'azienda torinese Solbian, la cui collaborazione con Onda Solare è ormai consolidata da tempo, avendo partecipato anche alla realizzazione della precedente Emilia III. I pannelli utilizzati hanno la particolarità di aver un peso molto limitato, solo 1450 grammi per metro quadrato, senza alcuna perdita in termini di resistenza e sono caratterizzati da un'ottima facilità di manipolazione. Essi raggiungono una densità di picco di oltre 145 W per chilogrammo.



Fig. 21

## Capitolo 2

### 2.1 Omologazione

L'omologazione è la procedura con cui un'autorità certifica che, un tipo di veicolo, di sistema, di componente o di entità tecnica indipendente, è conforme alle disposizioni amministrative e alle prescrizioni tecniche pertinenti [Regolamento (UE) 2018/158 del Parlamento Europeo e del Consiglio]. Dopo un attento approfondimento sui vari tipi di omologazione, è emerso che il più conforme a questo veicolo solare sia quello della categoria dei quadricicli pesanti.

### 2.2 Requisiti di Omologazione

La categoria scelta è la L7e-A2, una sottocategoria della L7e. Questa prevede che la lunghezza sia  $\leq$  a 4000 mm, la larghezza  $\leq$  2000 mm, l'altezza  $\leq$  2500 mm, e che abbia una potenza nominale  $\leq$  15 kW e una massa  $\leq$  ai 450 kg.

Affinché il veicolo solare possa essere idoneo al rispetto di tale lunghezza, è stata riprogettata e ridisegnata una nuova coda. Questa è molto simile alla precedente sia nella forma che nei materiali. È stato così possibile riutilizzare gli schemi tecnici della coda da gara, semplicemente riducendone la lunghezza.

Nel regolamento (UE) N. 168/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 gennaio 2013 relativo all'omologazione e alla vigilanza del mercato dei veicoli a motore a due o tre ruote e dei quadricicli, si trovano tutti i requisiti di omologazione.

## 2.2.1 Requisiti Soddisfatti

Da tali prescrizioni è risultato che il veicolo è conforme ai seguenti requisiti:

- Segnalatore acustico
- Freni inclusi sistemi di antibloccaggio e i sistemi di frenatura combinata
- Sicurezza elettrica
- Prescrizioni per la dichiarazione del costruttore in merito alla prova di resistenza di sistemi, parti e equipaggiamenti indispensabili per la sicurezza funzionale
- Comandi azionati dal conducente, inclusa l'identificazione di comandi, spie e indicatori
- Installazione di dispositivi di luce e di segnalazione luminosa, inclusa l'accensione automatica delle luci
- Visibilità posteriore
- Ancoraggi delle cinture di sicurezza e cinture di sicurezza
- Posti a sedere
- Capacità, caratteristiche e idoneità alla sterzata
- Montaggio pneumatici
- Protezioni degli occupanti del veicolo e sua ubicazione sul veicolo
- Potenza nominale continua o netta massima e/o limitazione della velocità del veicolo come da progettazione
- Integrità della struttura del veicolo
- Sporgenze esterne
- Masse e dimensioni
- Sistema di diagnosi di bordo
- Informazioni sulla riparazione e la manutenzione
- Modalità delle procedure di omologazione
- Prescrizioni relative alle conformità della produzione.

## 2.3 Requisiti Da Soddisfare

### 2.3.1 Misure contro la manomissione

#### 7. Misure contro la manomissione (REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 44/2014):

7.1. Il costruttore deve garantire che l'autorità di omologazione e il servizio tecnico dispongano delle informazioni necessarie e, ove del caso, dei veicoli, delle propulsioni, dei componenti e delle entità tecniche indipendenti necessari per poter verificare che i requisiti del presente allegato sono stati rispettati.

7.2. Nella domanda di omologazione, il costruttore deve dichiarare il proprio impegno a non commercializzare componenti intercambiabili che potrebbero permettere un aumento delle prestazioni dell'unità di propulsione applicabili alla corrispondente (sotto)categoria.

7.3. Intercambiabilità di elementi non identici tra veicoli omologati.

7.3.1. L'intercambiabilità dei seguenti elementi considerati singolarmente o insieme non deve comportare un aumento delle prestazioni dell'unità di propulsione superiore ai valori misurati e comunicati all'atto dell'omologazione. Ciò significa che, in ogni caso, la velocità di progetto massima del veicolo e/o la potenza nominale continua massima e/o la potenza netta massima del motore della corrispondente categoria devono restare conformi ai limiti di produzione.

7.4. La velocità di progetto massima del veicolo approvata e/o la potenza nominale continua massima e/o la potenza netta massima del motore della corrispondente sotto(categoria), indicate nell'allegato I del regolamento (UE) n. 168/2013, non possono in alcun caso essere superate. Ciò significa che, in ogni caso, le prestazioni dell'unità di propulsione del veicolo devono restare conformi ai limiti di produzione.

7.5. Il costruttore deve dichiarare che le modifiche da lui autorizzate delle seguenti caratteristiche non comportano un aumento delle prestazioni dell'unità di propulsione superiore ai limiti di conformità della produzione, generazione della scintilla da parte del sistema di accensione, ove applicabile, sistema di erogazione e alimentazione del carburante, sistema di aspirazione dell'aria, compresi uno o più filtri dell'aria (modifica o eliminazione), configurazione della batteria di propulsione o potenza elettrica dell'unico o più motori elettrici, ove applicabile, gruppo propulsore e centraline che controllano il gruppo propulsore del veicolo.

7.6. Il costruttore deve garantire che il veicolo omologato sia conforme alle seguenti disposizioni relative alla sicurezza dei sistemi elettronici che limitano le prestazioni dell'unità di propulsione e ne assicurano la compatibilità ambientale.

7.6.1. Il costruttore di un veicolo munito di uno o più dispositivi elettrici/elettronici che limitano le prestazioni dell'unità di propulsione deve mettere a disposizione dei servizi incaricati delle prove i dati e gli elementi comprovanti che la modifica o il disinserimento del dispositivo o del suo sistema di cablaggio non aumenta le prestazioni.

7.6.2. Ogni veicolo dotato di controllo elettronico deve possedere caratteristiche tali da impedirne la modifica, a meno che detta modifica non sia autorizzata dal costruttore. Il costruttore deve consentire le modifiche necessarie per la diagnosi, la manutenzione, l'ispezione, l'ammodernamento o la riparazione del veicolo.

7.6.3. Tutti i codici informatici riprogrammabili o i parametri operativi devono essere resistenti alla manomissione e assicurare un livello di protezione almeno equivalente a quello previsto dalla norma ISO 15031-7:2001, a condizione che lo scambio di dati sulla sicurezza sia effettuato utilizzando i protocolli di comunicazione e il connettore diagnostico normalizzato prescritto nell'appendice 1 all'allegato XII.

7.6.4. Per evitare aumenti delle prestazioni dell'unità di propulsione, i parametri computerizzati di funzionamento del motore devono poter essere sostituiti soltanto a mezzo di procedure o attrezzi appositi (ad esempio componenti di

computer saldati o rivestiti di resina, oppure alloggiamenti per computer sigillati o saldati).

7.6.5. Tutti i circuiti di memoria di taratura asportabili devono essere rivestiti di resina, racchiusi in un contenitore sigillato o protetti da algoritmi elettronici e devono poter essere sostituiti soltanto per mezzo di procedure o attrezzi appositi.

7.6.6. I costruttori che utilizzano sistemi di codifica computerizzati programmabili (ad esempio EEPROM, Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory) ne devono ostacolare la riprogrammazione non autorizzata, adottando strategie sofisticate per impedire la manomissione e funzioni di protezione dalla scrittura che rendano necessario l'accesso elettronico a un computer esterno posto sotto il loro controllo, a cui gli operatori indipendenti possono accedere usando la protezione prevista nell'allegato XV. I metodi che assicurano un livello adeguato di protezione antimanomissione, come l'accesso di sicurezza con seme e chiave previsto dal protocollo Keyword 2000, devono essere approvati dall'autorità di omologazione.

7.6.7. I codici di guasto dei sistemi diagnostici di bordo (DTC) memorizzati nel gruppo propulsore o nell'unica o più centraline del motore non devono essere cancellati in caso di scollegamento del computer di bordo dall'alimentazione del veicolo né in caso di scollegamento o guasto della batteria o della terra del veicolo.

## 2.3.2 Dispositivi di protezione contro un impiego non autorizzato

8. Dispositivi di protezione contro un impiego non autorizzato (Regolamento UNECE n. 62):

8.1. PRESCRIZIONI GENERALI:

8.1.1. Il dispositivo di protezione è progettato in modo che:

8.1.1.1. sia necessario disattivarlo per poter sterzare, guidare o spostare in avanti in linea retta il veicolo.

8.1.1.2. In caso di dispositivi di protezione di tipo 4, sia necessario disattivare il dispositivo per liberare la trasmissione. Se il dispositivo in questione è azionato dal comando del dispositivo di stazionamento, esso dovrà intervenire unitamente al dispositivo che disattiva il motore del veicolo.

8.1.1.3. Sia possibile estrarre la chiave unicamente con il chiavistello completamente inserito o disinserito. Qualsiasi posizione intermedia della chiave che possa potenzialmente comportare il successivo inserimento del chiavistello, anche se la chiave del dispositivo di protezione è inserita, è esclusa.

8.1.2. Le prescrizioni di cui al punto 8.1.1 devono essere soddisfatte unicamente mediante l'applicazione di una chiave.

8.1.3. Il dispositivo di protezione di cui al punto 8.1.1 e i componenti del veicolo su cui interviene devono essere progettati in maniera che non sia possibile, con rapidità e senza richiamare l'attenzione, aprire, neutralizzare o distruggere il dispositivo mediante, per esempio, l'impiego di strumenti, attrezzature o congegni dal prezzo contenuto, che possono essere agevolmente nascosti e che sono facilmente reperibili dal pubblico in generale.

8.1.4. Il dispositivo di protezione è installato sul veicolo come elemento della dotazione di serie (ossia della dotazione installata dal produttore del veicolo prima che avvenga la prima vendita al dettaglio). La serratura è saldamente assemblata nel dispositivo di protezione. (Qualora la serratura possa essere estratta utilizzando la chiave dopo aver rimosso il coperchio o qualunque altro dispositivo di fermo, il requisito si riterrà soddisfatto).

8.1.5. Il sistema di chiusura con chiave deve prevedere almeno 1 000 diverse combinazioni di chiave o un numero pari al numero totale di veicoli fabbricati ogni anno, qualora tale numero sia inferiore a 1 000. Sui veicoli di un tipo, la frequenza con cui ricorre ogni combinazione è approssimativamente di una ogni 1 000.



8.1.6. Il codice della chiave e della serratura non deve essere visibile.

8.1.7. La serratura è progettata, realizzata e installata in modo che, una volta raggiunta la posizione di chiusura, la rotazione del cilindro della serratura con una coppia inferiore a 0,245 mdaN risulti impossibile con qualunque altro mezzo che non sia la chiave corrispondente, e

8.1.7.1. per i cilindri di serrature con selettori a perno, non sia possibile posizionare adiacenti uno all'altro più di due selettori identici che agiscono nella stessa direzione e, in una serratura, non vi possano essere più del 60 % di selettori identici,

8.1.7.2. per i cilindri a dischi, non vi siano più di due dischi adiacenti identici e operanti nello stesso senso e più del 50 % di dischi identici in una stessa serratura.

8.1.8. Quando il veicolo è in movimento con il motore acceso, i dispositivi di protezione devono essere in grado di escludere qualsiasi rischio di blocco accidentale che potrebbe, in particolare, compromettere la sicurezza.

8.1.9. Il dispositivo di protezione, qualora si tratti del tipo 1, 2 o 3, in posizione di attivazione deve essere tanto resistente da sopportare, senza danni al meccanismo sterzante che potrebbero compromettere la sicurezza, l'applicazione, in condizioni statiche e in entrambe le direzioni, di una coppia di 20 mdaN in corrispondenza del piantone dello sterzo.

8.1.10. Il dispositivo di protezione, qualora sia di tipo 1, 2 o 3, va progettato in modo che lo sterzo possa essere bloccato unicamente con un'angolazione di almeno 20° a sinistra e/o a destra rispetto alla sua posizione diritta nel momento in cui è rivolto in avanti.

## 8.2. PRESCRIZIONI PARTICOLARI

8.2.1. Oltre alle prescrizioni generali di cui al punto 8.1, il dispositivo di protezione deve essere conforme alle prescrizioni specifiche seguenti:

8.2.1.1. in caso di dispositivi di protezione di tipo 1 o 2, deve essere possibile chiudere la serratura soltanto mediante un movimento della chiave con il manubrio nella posizione corretta per l'inserimento del chiavistello nella corrispondente fessura.

8.2.1.2. In caso di dispositivi di protezione di tipo 3, deve essere possibile precaricare il chiavistello soltanto mediante un intervento distinto da parte dell'utilizzatore del veicolo, abbinato alla rotazione della chiave o in aggiunta ad essa. Non deve essere possibile estrarre la chiave dopo che chiavistello è stato precaricato, a meno che non vengano rispettate le disposizioni di cui al punto 8.1.1.3.

8.2.2. In caso di dispositivi di protezione di tipo 2 e 3, non deve essere possibile inserire il chiavistello finché il dispositivo è in una posizione che consente l'accensione del motore del veicolo.

8.2.3. In caso di dispositivi di protezione di tipo 3, nel momento in cui il dispositivo è pronto ad intervenire, non deve essere possibile impedirne l'azionamento.

8.2.4. In caso di dispositivi di protezione di tipo 3, il dispositivo di protezione deve restare perfettamente funzionante e, in particolare, deve continuare a soddisfare le prescrizioni di cui ai punti 8.1.7, 8.1.8, 8.1.9 e 8.2.3 dopo aver subito 2 500 cicli di blocco in ogni direzione di prova, come specificato nell'allegato 3 del presente regolamento.

### 2.3.3 Compatibilità elettromagnetica (CEM)

#### 9. Compatibilità elettromagnetica (Regolamento UNECE n.10):

9.1. Specifiche relative alle emissioni elettromagnetiche a banda larga dei veicoli.

9.1.1. Metodo di misurazione

Le radiazioni elettromagnetiche generate dal veicolo rappresentativo del suo tipo vanno misurate con il metodo di cui all'allegato 4. Il metodo di misurazione è definito dal fabbricante del veicolo d'accordo con il servizio tecnico.

9.1.2. Limiti d'emissione a banda larga, ai fini dell'omologazione del veicolo.

9.1.2.1. Se le misurazioni sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 4 e alla distanza veicolo- antenna di  $10,0 \pm 0,2$  m, il limite sarà di 32 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella banda di frequenza da 30 a 75 MHz e tra 32 e 43 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  in quella da 75 a 400 MHz e crescerà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 75 MHz (appendice 2). Nella banda di frequenza da 400 a 1 000 MHz il limite resta costante a 43 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

9.1.2.2. Se le misurazioni sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 4 e alla distanza veicolo- antenna di  $3,0 \pm 0,05$  m, il limite sarà di 42 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella banda di frequenza da 30 a 75 MHz e tra 42 e 53 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  in quella da 75 a 400 MHz e crescerà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 75 MHz (appendice 3). Nella banda di frequenza da 400 a 1 000 MHz il limite resta costante a 53 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

9.1.2.3. I valori misurati sul veicolo rappresentativo del suo tipo, espressi in dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ , devono essere inferiori ai limiti di omologazione.

9.2. Specifiche relative alle emissioni elettromagnetiche a banda stretta dei veicoli.

9.2.1. Metodo di misurazione

Le radiazioni elettromagnetiche generate dal veicolo rappresentativo del suo tipo vanno misurate con il metodo di cui all'allegato 5. Esse sono definite dal fabbricante del veicolo d'accordo con il servizio tecnico.

9.2.2. Limiti d'emissione a banda stretta, ai fini dell'omologazione del veicolo.

9.2.2.1. Se le misurazioni sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 5 e alla distanza veicolo- antenna di  $10,0 \pm 0,2$  m, il limite sarà di 22 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella

banda di frequenza da 30 a 75 MHz e tra 22 e 33 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  in quella da 75 a 400 MHz e crescerà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 75 MHz (appendice 4). Nella banda di frequenza da 400 a 1 000 MHz il limite resta costante a 33 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

9.2.2.2. Se le misurazioni sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 5 e alla distanza veicolo- antenna di  $3,0 \pm 0,05$  m, il limite sarà di 32 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella banda di frequenza da 30 a 75 MHz e tra 32 e 43 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  in quella da 75 a 400 MHz e crescerà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 75 MHz (appendice 5). Nella banda di frequenza da 400 a 1 000 MHz il limite resta costante a 43 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

9.2.2.3. I valori misurati sul veicolo rappresentativo del suo tipo, espressi in dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ , devono essere inferiori ai limiti di omologazione.

9.2.2.4. Nonostante i limiti definiti ai paragrafi 6.3.2.1, 6.3.2.2 e 6.3.2.3 del presente regolamento, se, durante la fase iniziale descritta nell'allegato 5, paragrafo 1.3, l'intensità del segnale misurata all'antenna di radiricezione del veicolo con un rivelatore di valore medio, è inferiore a 20 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella gamma delle frequenze da 76 a 108 MHz, il veicolo è ritenuto conforme ai limiti delle emissioni elettromagnetiche a banda stretta e non sono necessarie altre prove.

9.3. Specifiche relative all'immunità dei veicoli alla radiazione elettromagnetica.

9.3.1. Metodo di prova

L'immunità alla radiazione elettromagnetica del veicolo rappresentativo del suo tipo va verificata con il metodo descritto nell'allegato 6.

9.3.2. Limiti d'immunità ai fini dell'omologazione del veicolo.

9.3.2.1. Se le prove sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 6, l'intensità del campo dovrà essere di 30 V/m rms (root mean squared — scarto quadratico medio) per oltre il 90 % della banda di frequenza da 20 a 2 000 MHz e di almeno 25 V/m rms per l'intera banda di frequenza da 20 a 2 000 MHz.

9.3.2.2. Si considera conforme ai requisiti d'immunità il veicolo rappresentativo del suo tipo se, durante le prove effettuate ai sensi dell'allegato 6, non si constatano degradazioni delle prestazioni delle «funzioni legate all'immunità» ai sensi del paragrafo 2.1 dell'allegato 6.

9.4. Specifiche relative alle interferenze elettromagnetiche a banda larga generate da UEE.

9.4.1. Metodo di misurazione: le emissioni elettromagnetiche generate dall'UEE rappresentativa del suo tipo vanno misurate con il metodo descritto nell'allegato 7.

9.4.2. Limiti d'emissione a banda larga della UEE ai fini dell'omologazione.

9.4.2.1. Se le misurazioni sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 7, il limite sarà tra 62 e 52 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella banda di frequenza da 30 a 75 MHz e diminuirà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 30 MHz, e tra 52 e 63 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  in quella da 75 a 400 MHz e crescerà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 75 MHz (appendice 6). Nella banda di frequenza da 400 a 1 000 MHz il limite resta costante a 63 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

9.4.2.2. I valori misurati per l'UEE rappresentativa del suo tipo, espressi in dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ , devono essere inferiori ai limiti di omologazione.

9.5. Specifiche relative alle interferenze elettromagnetiche a banda stretta generate da UEE.

9.5.1. Metodo di misurazione: le emissioni elettromagnetiche generate dall'UEE rappresentativa del suo tipo vanno misurate con il metodo descritto nell'allegato 8.

9.5.2. Limiti d'emissione a banda stretta della UEE ai fini dell'omologazione.

9.5.2.1. Se le misurazioni sono effettuate con il metodo descritto nell'allegato 8, il limite sarà tra 52 e 42 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  nella banda di frequenza da 30 a 75 MHz e diminuirà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 30 MHz, e tra 42 e 53

dB  $\mu\text{V}/\text{m}$  in quella da 75 a 400 MHz e crescerà in modo logaritmico nelle frequenze superiori a 75 MHz (appendice 7). Nella banda di frequenza da 400 a 1 000 MHz il limite resta costante a 53 dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

9.5.2.2. I valori misurati per l'UEE rappresentativa del suo tipo, espressi in dB  $\mu\text{V}/\text{m}$ , devono essere inferiori ai limiti di omologazione.

9.6. Specifiche relative all'immunità delle UEE alla radiazione elettromagnetica

9.6.1. Metodo/i di prova

L'immunità alla radiazione elettromagnetica dell'UEE rappresentativa del suo tipo va misurata con il/i metodo/i descritto/i nell'allegato 9.

9.6.2. Limiti d'immunità delle UEE ai fini dell'omologazione.

9.6.2.1. Se le prove sono effettuate con i metodi di cui all'allegato 9, i livelli di immunità saranno: 60 V/m rms per il metodo con stripline da 150 mm, 15 V/m rms per il metodo con stripline da 800 mm, 75 V/m rms per il metodo della cella TEM (Transverse Electromagnetic Mode — modo elettromagnetico trasverso), 60 mA rms per il metodo di iniezione di corrente nel cablaggio (bulk current injection — BCI) e 30 V/m rms per il metodo della prova in campo libero su più del 90 % della banda di frequenza da 20 a 2 000 MHz; e, inoltre, almeno: 50 V/m rms per il metodo con stripline da 150 mm, 12,5 V/m rms per il metodo con stripline da 800 mm, 62,5 V/m rms per il metodo della cella TEM, 50 mA rms per il metodo BCI e 25 V/m rms per la prova in campo libero sull'intera banda di frequenza da 20 a 2 000 MHz.

9.6.2.2. Si considera conforme ai requisiti d'immunità l'UEE rappresentativa del suo tipo se, durante le prove effettuate ai sensi dell'allegato 9, non si constatano degradazioni delle prestazioni delle «funzioni legate all'immunità».

9.7. Specifiche relative all'immunità di UEE a interferenze transitorie condotte su linee di alimentazione

9.7.1. Metodo di prova: l'immunità dell'UEE rappresentativa del suo tipo si prova con il/i metodo/i di cui alle norme

ISO 7637-2 (2a edizione 2004) descritte nell'allegato 10 e con i livelli di cui alla tabella 4.

### Immunità dell'UEE:

Numero dell'impulso di prova	Livello della prova di immunità	Stato funzionale dei sistemi	
		In rapporto a funzioni legate all'immunità	Senza rapporto con funzioni legate all'immunità
1	III	C	D
2a	III	B	D
2b	III	C	D
3a/3b	III	A	D
4	III	B (UEE che deve funzionare durante le fasi di accensione del motore) C (per un'altra UEE)	D

Tabella 4

9.8. Specifiche relative all'emissione di perturbazioni transitorie condotte, generate da UEE su linee di alimentazione.

#### 9.8.1. Metodo di prova

L'emissione dell'UEE rappresentativa del suo tipo va provata con il/i metodo/i di cui alle norme ISO 7637-2 (2 a edizione 2004), descritte nell'allegato 10 e con i livelli di cui alla tabella 5.

Ampiezza massima autorizzata dell'impulso:

Ampiezza massima autorizzata dell'impulso per		
Polarità dell'ampiezza dell'impulso	Veicoli con sistemi a 12 V	Veicoli con sistemi a 24 V
Positiva	+75	+150
Negativa	-100	-450

Tabella 5

## 9.9. Eccezioni

9.9.1. Veicoli, sistemi elettrici/elettronici o UEE che non contengono un oscillatore elettronico con frequenza operativa superiore a 9 kHz sono ritenuti conformi ai paragrafi 9.2.2 o 9.5.2 e agli allegati 5 e 8.

9.9.2. Veicoli privi di sistemi elettrici/elettronici con «funzioni legate all'immunità» non vanno sottoposti a prove d'immunità alle perturbazioni irradiate e devono essere considerati conformi al paragrafo 9.3 e all'allegato 6 del presente regolamento.

9.9.3. UEE prive di «funzioni legate all'immunità» non devono essere sottoposte a prove di immunità alle perturbazioni irradiate e si considerano conformi al paragrafo 9.6 e all'allegato 9 del presente regolamento.

### 9.9.4. Scariche elettrostatiche

Nei veicoli muniti di pneumatici, la carrozzeria o il telaio del veicolo possono essere considerati una struttura elettricamente isolata. Tensioni elettrostatiche significative rispetto all'ambiente esterno al veicolo si verificano solo quando l'occupante entra o esce dal veicolo. Poiché in quel momento il veicolo è fermo, non sono ritenute necessarie prove di omologazione riguardo a scariche elettrostatiche.

9.9.5. Emissione di perturbazioni transitorie condotte generate da UEE su linee di alimentazione. Non occorre che le UEE non commutate, sprovviste di commutatori e prive di cariche induttive siano sottoposte a prove sulle emissioni transitorie condotte e si considerano conformi al paragrafo 9.8.

9.9.6. La perdita di funzione del ricevitore durante la prova di immunità, se il segnale di prova rientra nella larghezza di banda del ricevitore (banda di esclusione di RF) definita per il servizio/prodotto di radiocomunicazione in questione dalle norme armonizzate CEM, non costituisce necessariamente un criterio di fallimento.



9.9.7. I trasmettitori RF vanno provati in modo «trasmissione». Le emissioni desiderate (p. es. provenienti da sistemi di trasmissione RF) all'interno della larghezza di banda necessaria e le emissioni fuori banda non si considerano ai fini del presente regolamento. Le emissioni spurie rientrano invece nel presente regolamento.

9.9.7.1. «Larghezza di banda necessaria»: per una data classe di emissioni, è la larghezza di banda di frequenza che basta a garantire la trasmissione dell'informazione a date condizioni di velocità e qualità (articolo 1, n. 1.152, delle norme radio dell'Unione internazionale delle telecomunicazioni — UIT).

9.9.7.2. «Emissioni fuori banda»: emissioni su una o più frequenze a immediato ridosso della larghezza di banda necessaria dovuta alla modulazione, ma escluse le emissioni spurie (articolo 1, n. 1.144, delle norme radio dell'UTI).

9.9.7.3. «Emissioni spurie»: in tutti i processi di modulazione sono presenti segnali indesiderati. Essi sono designati con il termine di «emissioni spurie». Le emissioni spurie sono emissioni su frequenza/e esterna/e alla larghezza di banda necessaria, il cui livello può essere ridotto senza danneggiare la trasmissione della relativa informazione. Le emissioni spurie comprendono emissioni armoniche o parassite, prodotti di intermodulazione e della conversione di frequenze ma non le emissioni fuori banda (articolo 1, n. 1.145 delle norme radio dell'UTI).

## 2.3.4 Alloggiamento della targa d'immatricolazione

10. Alloggiamento della targa d'immatricolazione (Regolamento (EU) n.44/2014):

10.1. Forma e dimensioni dell'alloggiamento per il montaggio di una targa di immatricolazione.

10.1.1. L'alloggiamento per il montaggio deve consistere in uno spazio rettangolare avente le seguenti dimensioni minime:

- Larghezza: 280 mm
- Altezza: 200 mm

10.2. Montaggio e fissaggio della targa di immatricolazione anteriore e posteriore.

10.2.1. L'alloggiamento per il montaggio di una targa di immatricolazione anteriore o posteriore deve essere costituito da una superficie rettangolare piana o pressoché piana. «Superficie pressoché piana»: una superficie di materiale solido, che può consistere anche di un retino o una griglia, con un raggio di curvatura di almeno 5 000 mm.

10.2.2. La superficie coperta da una targa di immatricolazione anteriore o posteriore può presentare fori o spazi liberi; tuttavia, questi non devono essere larghi più di 40 mm senza considerare la lunghezza (ossia uno spazio libero o una fessura non deve mai essere più largo di 40 mm, ma può essere lungo più di 40 mm).

10.2.3. La superficie coperta dalla targa d'immatricolazione può presentare sporgenze, a condizione che esse non sporgano di oltre 5,0 mm dalla superficie nominale. Inserti di materiali molli morbidi come schiuma o feltro per evitare la vibrazione della targa di immatricolazione non sono presi in considerazione.

10.2.4. L'alloggiamento per il montaggio di una targa di immatricolazione anteriore o posteriore deve essere tale per cui, dopo essere stata fissata secondo le indicazioni del costruttore, la targa abbia le seguenti caratteristiche:

10.2.4.1. Posizione dell'alloggiamento per il montaggio di una targa di immatricolazione anteriore o posteriore.

10.2.4.1.1. L'alloggiamento per il montaggio di una targa di immatricolazione nella parte anteriore del veicolo deve essere tale per cui la targa possa essere

posizionata interamente all'interno di due piani verticali longitudinali paralleli passanti per le estremità esterne del veicolo, esclusi gli specchietti retrovisori. L'alloggiamento in sé non deve costituire il punto più largo del veicolo.

10.2.4.1.2. L'alloggiamento per il montaggio di una targa di immatricolazione nella parte posteriore del veicolo deve essere tale per cui la targa possa essere posizionata interamente all'interno di due piani verticali longitudinali paralleli passanti per le estremità esterne del veicolo, esclusi gli specchietti retrovisori. L'alloggiamento in sé non deve costituire il punto più largo del veicolo.

10.2.4.1.3. La targa di immatricolazione anteriore e posteriore deve essere perpendicolare al piano mediano longitudinale del veicolo.

10.2.4.2. Posizione della targa anteriore e posteriore rispetto al piano trasversale verticale 10.2.4.2.1. La targa può essere inclinata rispetto alla verticale di non meno di  $-15^\circ$  e non più di  $30^\circ$ .

10.2.4.3. Altezza della targa anteriore e posteriore dalla superficie del suolo

10.2.4.3.1. Il bordo inferiore della targa deve trovarsi ad almeno 0,20 m dal suolo o a meno del raggio di qualunque ruota anteriore dal suolo se inferiore a 0,20 m.

10.2.4.3.2. L'altezza del bordo superiore della targa dal suolo non deve superare 1,50.

10.2.4.4. Visibilità geometrica.

10.2.4.4.1. La targa anteriore e posteriore deve essere visibile nell'intero alloggiamento entro i seguenti quattro piani:

— due piani verticali che toccano i due bordi laterali della targa formando verso l'esterno, alla destra e alla sinistra della targa, un angolo di  $30^\circ$  con il piano mediano longitudinale del veicolo,

— il piano che tocca il bordo superiore della targa formando con il piano orizzontale un angolo di 15° verso l'alto,

— il piano orizzontale che passa per il bordo inferiore della targa.

La targa anteriore deve essere visibile guardando la parte anteriore del veicolo, mentre la targa posteriore deve essere visibile guardando la parte posteriore del veicolo.

10.2.4.4.2. Nessun elemento struttura, anche se completamente trasparente, deve essere posizionato nell'alloggiamento prima descritto.

10.2.4.5. Lo spazio libero tra i bordi di una targa di immatricolazione montata e fissata e la superficie effettiva dell'alloggiamento della targa non deve essere superiore a 5,0 mm lungo l'intero contorno della targa.

10.2.4.5.1. Tale spazio può essere superato se misurato in corrispondenza di un foro o uno spazio libero della superficie retinata o tra le barre parallele di una superficie grigliata.

## 2.3.5 Vetri, tergicristalli e lavacristalli.

Vetri di sicurezza (Regolamento UNECE n.43):

1.1. Tutte le vetrate, comprese quelle destinate alla fabbricazione di parabrezza, devono essere tali da ridurre nella misura del possibile il pericolo di lesioni corporali in caso di rottura. Esse devono essere sufficientemente resistenti agli incidenti che possono verificarsi in condizioni di circolazione normale, agli agenti atmosferici e termici, agli agenti chimici, alla combustione e all'abrasione.

1.2. I materiali per vetrate di sicurezza devono inoltre avere una trasparenza sufficiente, non devono provocare alcuna deformazione visibile degli oggetti visti attraverso il parabrezza né generare confusione fra i colori impiegati nella segnaletica stradale. In caso di rottura del parabrezza, essi devono permettere

al conducente di continuare a vedere chiaramente la strada per poter frenare e fermare il veicolo in tutta sicurezza.

### 1.3. Parabrezza:

1.3.1. Il coefficiente di trasmissione regolare della luce non deve essere inferiore al 70 %.

1.3.2. Il parabrezza deve essere omologato per il tipo di veicolo cui è destinato.

1.3.3. Il parabrezza deve essere montato correttamente relativamente al punto R del conducente del veicolo.

1.3.4. Sui veicoli la cui velocità teorica massima è superiore ai 40 km/h non si possono montare parabrezza di vetro temperato.

### 1.4. Vetrature di sicurezza diverse dai parabrezza e dalle vetrature divisorie:

1.4.1. Vetratura di sicurezza richiesta per il campo di visibilità anteriore del conducente.

1.4.1.1. La vetratura di sicurezza attraverso cui si ottiene il campo di visibilità anteriore del conducente, deve avere un coefficiente di trasmissione regolare della luce pari ad almeno 70 %.

1.4.1.2. Le vetrature di sicurezza di plastica devono recare un ulteriore simbolo /B/L. 1.4.2. Vetratura di sicurezza richiesta per il campo di visibilità posteriore del conducente.

1.4.2.1 La vetratura di sicurezza deve avere un coefficiente di trasmissione regolare della luce pari ad almeno 70 %, tuttavia se il veicolo è provvisto di due specchietti retrovisori esterni, la vetratura può avere un coefficiente di trasmissione della luce inferiore a 70 %, purché rechi il simbolo complementare V.

1.4.2.2. Le vetrature di sicurezza di plastica devono recare un ulteriore simbolo A/L o /B/L.

1.5. Le vetrate di sicurezza di plastica devono recare uno dei simboli aggiuntivi. Tuttavia, sui veicoli destinati al trasporto di passeggeri, le vetrate recanti i simboli aggiuntivi /C/L o /C/M non sono consentite nei punti dove sussiste il rischio che possano essere urtate con la testa.

1.6. Tutte le vetrate anteriori diverse dai parabrezza devono essere di vetro stratificato o di plastica e recare il simbolo complementare /A.

### Tergicristalli (Regolamento (UE) n.3/2014):

2.1. Tutti i veicoli il cui parabrezza sia costituito da vetri di sicurezza devono essere muniti di un tergicristallo capace di funzionare - a interruttore generale del veicolo attivato - senza alcun altro intervento da parte del conducente se non quello di azionare il comando operativo che attiva e disattiva il tergicristallo stesso.

2.2. Il tergicristallo deve consistere in uno o più bracci muniti di spazzole facilmente sostituibili e lavabili a mano. I bracci del tergicristallo devono essere montati in modo che possano essere piegati lontano dal parabrezza.

2.3. Il raggio d'azione del tergicristallo deve coprire almeno il 90 % della zona di visibilità A, determinata ai sensi dell'appendice 1 (Si determina la zona di visibilità A in conformità all'allegato 18 del regolamento UNECE n. 43).

2.3.1. Il raggio d'azione del tergicristallo deve soddisfare i requisiti quando il sistema funziona alla frequenza di scansione di cui al punto 2.4.

2.4. Il tergicristallo deve avere una frequenza di scansione superiore a 40 cicli al minuto.

2.5. Il tergicristallo deve poter funzionare per due minuti su un parabrezza asciutto senza alcun peggioramento delle prestazioni.

2.6. Il tergicristallo deve poter resistere a uno stallo per almeno 15 secondi. È consentito l'impiego di dispositivi automatici di protezione del circuito purché l'eventuale riavvio comporti solo di azionare il comando operativo che attiva il tergicristallo.

### Lavacristalli (Regolamento (UE) n.3/2014):

3.1. Tutti i veicoli il cui parabrezza sia costituito da vetri di sicurezza devono essere muniti di un lavacristallo capace di funzionare con l'interruttore generale del veicolo attivato e di resistere al carico e alle pressioni che si producono quando gli ugelli sono ostruiti.

3.2. Il lavacristallo deve spruzzare il liquido sulla superficie bersaglio del parabrezza senza lasciar tracce di fuoriuscita, senza che i tubi si stacchino o che gli ugelli cessino di funzionare in condizioni d'uso normali e a temperature ambiente comprese tra 255 K e 333 K (tra – 18 °C e 60 °C). Inoltre, il sistema non deve dar segno di fuoriuscite di liquido né di distacco dei tubi quando gli ugelli sono ostruiti.

3.3. Il lavacristallo deve poter erogare una quantità di liquido sufficiente a lavare il 60 % della zona di visibilità A.

3.4. Il lavacristallo deve poter essere azionato manualmente mediante un proprio comando. L'attivazione e disattivazione del lavacristallo possono anche essere coordinate e associate ad altri dispositivi del veicolo.

3.5. La capacità del serbatoio contenente il liquido non deve essere inferiore a 1,0 litri. 3.6. Un lavacristallo omologato come unità tecnica indipendente ai sensi del regolamento

(UE) n. 1008/2010, può essere installato.

## Dispositivi di sbrinamento e di disappannamento (Regolamento (UE) N. 672/2010):

### 4.1. Sbrinamento del parabrezza:

4.1.1. Ogni veicolo deve essere dotato di un dispositivo che consenta di eliminare la brina e il ghiaccio dalla superficie vetrata esterna del parabrezza. Il dispositivo di sbrinamento del parabrezza deve essere tale da garantire una visibilità sufficiente attraverso il parabrezza alle basse temperature.

4.1.2. L'efficienza del dispositivo deve essere verificata rilevando a intervalli regolari la superficie sbrinata del parabrezza previo avviamento, dopo la permanenza del veicolo in una camera fredda per un certo tempo.

4.1.3. Per la verifica dei requisiti di cui ai punti 4.1.1 e 4.1.2 va utilizzato il metodo descritto al punto 4.3.1. del presente allegato.

4.1.4. Devono risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

4.1.4.1. trascorsi 20 minuti dall'inizio della prova, la zona di visibilità A, definita conformemente all'allegato II, appendice 3, deve essere sbrinata all'80 %;

4.1.4.2. trascorsi 25 minuti dall'inizio della prova, la zona sbrinata del parabrezza, lato passeggero, deve essere corrispondente a quella indicata al punto 4.1.4.1 per il lato conducente;

4.1.4.3. trascorsi 40 minuti dall'inizio della prova, la zona di visibilità B, definita conformemente all'allegato II, appendice 3, deve essere sbrinata al 95 %.

### 4.2. Disappannamento del parabrezza

4.2.1. Ogni veicolo deve essere dotato di un dispositivo che consenta di eliminare il vapore dalla superficie vetrata interna del parabrezza.

4.2.2. Il dispositivo di disappannamento deve essere tale da consentire di ripristinare la visibilità attraverso il parabrezza che risulti appannato dal vapore.



L'efficienza del dispositivo deve essere verificata mediante la procedura descritta al punto 4.3.2 del presente allegato.

4.2.3. Devono risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

4.2.3.1. la zona di visibilità A, definita conformemente all'allegato II, appendice 3, deve risultare disappannata al 90 % in 10 minuti;

4.2.3.2. la zona di visibilità B, definita conformemente all'allegato II, appendice 3, deve risultare disappannata all'80 % in 10 minuti.

## 2.4 Tabella Riassuntiva Dei Requisiti Di Omologazione

Requisiti	Idoneo / Non Idoneo
Segnalatore acustico	<b>Idoneo</b>
Freni inclusi sistemi di bloccaggio e i sistemi di frenatura combinata	<b>Idoneo</b>
Sicurezza elettrica	<b>Idoneo</b>
Prescrizioni per la dichiarazione del costruttore in merito alla prova di resistenza di sistemi, parti e equipaggiamenti indispensabili per la sicurezza funzionale	<b>Idoneo</b>
Comandi azionati dal conducente, inclusa l'identificazione di comandi, spie e indicatori	<b>Idoneo</b>
Installazione di dispositivi di luce e di segnalazione luminosa, inclusa l'accensione automatica delle luci	<b>Idoneo</b>
Visibilità posteriore	<b>Idoneo</b>
Ancoraggi delle cinture di sicurezza e cinture di sicurezza	<b>Idoneo</b>
Posti a sedere	<b>Idoneo</b>
Capacità, caratteristiche e idoneità alla sterzata	<b>Idoneo</b>
Montaggio pneumatici	<b>Idoneo</b>
Protezioni degli occupanti del veicolo e sua ubicazione sul veicolo	<b>Idoneo</b>
Potenza nominale continua o netta massima e/o limitazione della velocità del veicolo come da progettazione	<b>Idoneo</b>
Integrità della struttura del veicolo	<b>Idoneo</b>
Sporgenze esterne	<b>Idoneo</b>
Masse e dimensioni	<b>Idoneo</b>
Sistema di diagnosi di bordo	<b>Idoneo</b>
Informazioni sulla riparazione e la manutenzione	<b>Idoneo</b>
Modalità delle procedure di omologazione	<b>Idoneo</b>
Prescrizioni relative alle conformità della produzione	<b>Idoneo</b>
Misure contro la manomissione	<b>Non Idoneo</b>
Dispositivi di protezione contro un impiego non autorizzato	<b>Non Idoneo</b>
Compatibilità elettromagnetica (CEM)	<b>Non Idoneo</b>
Alloggiamento della targa d'immatricolazione	<b>Non Idoneo</b>
Vetri, tergicristalli e lavacristalli.	<b>Non Idoneo</b>

Tab. 6

## Conclusioni

Con questo elaborato di tesi è emerso che l'unica categoria ammissibile ai fini dell'omologazione sia la I7e-A2 quella dei quadricicli pesanti da strada. Non è quindi possibile rendere il veicolo conforme ai requisiti che richiederebbe una categoria M1, quella dei veicoli a motore progettati e costruiti per il trasporto di persone, aventi al massimo otto posti a sedere oltre al sedile del conducente.

Pertanto, è stato riscontrato che Emilia IV soddisfa la maggior parte dei requisiti del regolamento (UE) n. 168/2013 per poter essere omologata.

I restanti, prossimi ad essere acquisiti, sono facilmente ottenibili senza poter riscontrare particolari difficoltà economiche, meccaniche e costruttive. Una volta ottenuti tali requisiti, si potrà presentare domanda al centro prove autoveicoli con apposita documentazione e scheda tecnica.

Infine, conseguito il certificato di omologazione, sarà possibile richiedere alla motorizzazione l'immatricolazione del veicolo che sancirebbe la completa trasformazione di Emilia IV da prototipo da corsa a veicolo da strada completamente sostenibile.

## **Bibliografia e sitografia**

- Roadworthiness Certificate
- OndaSolare\_ASC2018VDR\_MechanicalTechnicalReport
- Regolamento (UE) N. 168/2013 del parlamento Europeo e del Consiglio, del 15 gennaio 2013.
- <https://www.solbian.eu/en/blog/solbian-a-new-ultralight-panel-for-solar-competitions-n181>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:02014R0003-20140110&from=EN#tocl32>
- <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/8/2665>
- Tesi di Anas Atmine “Analisi delle normative di omologazione per veicoli elettrici”