

# Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia



## FACOLTA' DI INGEGNERIA "ENZO FERRARI"

Corso di laurea Magistrale  
in  
*Ingegneria del Veicolo*

Corso di  
*disegno di carrozzeria e componenti*

Titolo del progetto  
"La carrozzeria: l'abito della vettura"  
STUDIO DEL COMPLESSIVO DI CARROZZERIA  
SU LAY OUT MECCANICO DELLA FERRARI ENZO

ANNO ACCADEMICO 2010/2011

Docente:

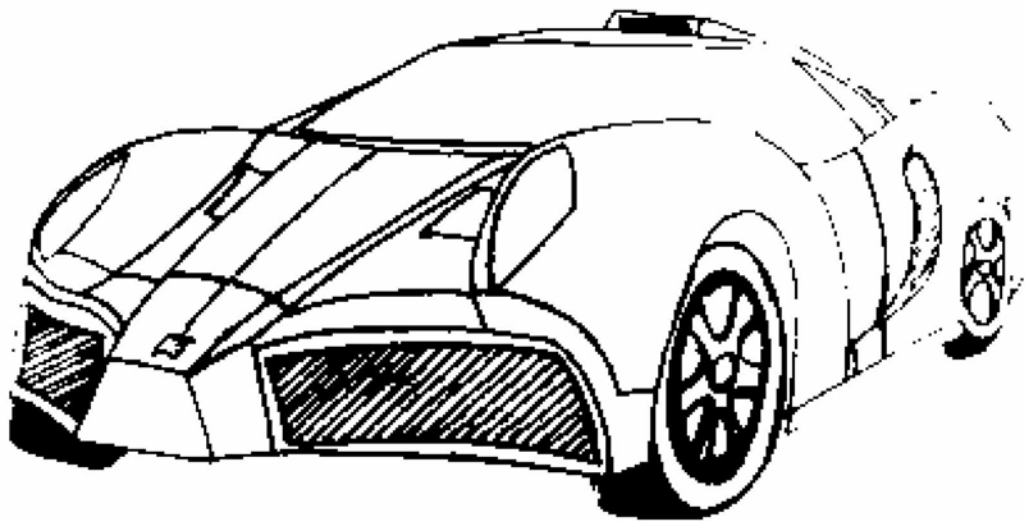
**Prof. Ing. Fabrizio Ferrari**

Studenti:

**Andrea Betti  
Alessandra Ciliberti  
Emanuele Dejean  
Giovani Fleres  
Umberto Ravelli**

# La carrozzeria: L'abito della vettura

STUDIO DEL COMPLESSIVO DI CARROZZERIA  
SU LAYOUT MECCANICO DELLA FERRARI ENZO



*“Nell’immaginario comune, la carrozzeria di un autoveicolo è il risultato di una combinazione esclusiva tra arte e artigiano, cioè un prodotto che viene fissato sulla carta dalla matita di un designer poi tradotto in oggetto dalle mani di abili artigiani. Oggi è un prodotto industriale che prende il via dalla creatività dei designer, si sviluppa attraverso un complesso lavoro di ingegneria e viene infine prodotto da macchinari e operai specializzati “.*

<b>Introduzione</b> .....	4
- Cenni storici su Ferrari s.p.a.....	5
- Ferrari Enzo, la supersportiva di Maranello.....	5
<b>Capitolo 1 - Normativa di omologazione per autoveicoli:</b>	
<b>vincoli di progetto</b> .....	<b>7</b>
1.1 - Caratteristiche principali legati alla volumetria del veicolo.....	7
1.2 - Dispositivi di illuminazione.....	8
1.2.1 - Proiettore abbagliante.....	8
1.2.2 - Proiettore anabbagliante.....	9
1.2.3 - Proiettore fendinebbia anteriore.....	9
1.2.4 - Luce di posizione anteriore / posteriore.....	9
1.2.5 - Indicatori di direzione.....	10
1.2.6 - Proiettore per la retromarcia.....	10
1.2.7 - Luce di arresto.....	10
1.3 – Visibilità.....	11
1.4 - Studio dell'abitacolo:	
Oscar, il manichino regolamentare.....	11
<b>Capitolo 2 - Fasi di sviluppo della carrozzeria</b> .....	<b>13</b>
<b>Capitolo 3 - Posizionamento di Oscar</b> .....	<b>19</b>
<b>Capitolo 4 - Principi di realizzazione di un piano di forma</b> .....	<b>21</b>
4.1 - Piano di forma.....	21
4.2 - Tracciatura delle sezioni.....	23
4.2.1 - Problematiche Affrontate.....	24
4.3 - Quote fondamentali .....	25
<b>Capitolo 5 - Analisi dettagliata delle soluzioni tecniche adottate</b>	
5.1 - Tergicristalli.....	26
5.2 - Diffusore.....	26
5.3 - Airbox.....	28

<b>5.4 - Alettone posteriore.....</b>	<b>28</b>
<b>5.5 - Lunotto posteriore.....</b>	<b>29</b>
<b>5.6 - Aerodinamicità delle prese d'aria.....</b>	<b>30</b>
<b>5.7 - Gruppi ottici anteriori e posteriori.....</b>	<b>32</b>
<b>Capitolo 6 - Cenni sull'abitacolo.....</b>	<b>32</b>
<b>Capitolo 7 - Suddivisione della carrozzeria.....</b>	<b>33</b>
<b>7.1 - Elementi fissi: suddivisione dei pannelli di carrozzeria.....</b>	<b>33</b>
<b>7.2 - Elementi mobili (Aperture portiere, cofani e finestrini).....</b>	<b>33</b>
<b>Capitolo 8 - Conclusioni.....</b>	<b>36</b>

## Introduzione

L'obiettivo del corso di Disegno di Carrozzeria, a cura del Prof. Ing. Fabrizio Ferrari, è quello di effettuare uno studio di carrozzeria partendo da un layout meccanico già esistente, comune a Maserati MC12 e Ferrari Enzo.

Nel dettaglio, l'elaborato prevede la realizzazione di una vettura biposto, che possa essere considerata degna erede della stessa Ferrari Enzo: nell'attesa che la nuova versione venga presentata dalla casa di Maranello, l'obiettivo del gruppo è stato quello di interpretare ed apportare le possibili innovazioni stilistiche e tecnologiche necessarie per creare un prototipo di vettura supersportiva, in stile Ferrari, che rispetti necessariamente una serie di norme legate alla regolamentazione per vetture stradali.

Nella progettazione della nuova carrozzeria si è pensato di adottare una linea classica ed elegante, dalle forme ben più tondeggianti rispetto alla Ferrari Enzo, pur senza discostarci dal carattere tipicamente sportivo che si è cercato di imprimere alla vettura fin dalle prime fasi della sua realizzazione.

*Personalità, ma anche appartenenza al marchio*

Oggigiorno, più che negli anni passati, la progettazione di una nuova vettura presuppone una serie di requisiti e di vincoli tecnici che limitano la creatività del designer.

Pertanto, abbiamo cercato di concepire un'auto supersportiva che avesse un suo carattere ed una sua personalità specifici, ma contemporaneamente che riuscisse a comunicare la sua appartenenza al marchio del cavallino (family feeling aziendale).

## Ferrari s.p.a

### Cenni storici su Ferrari s.p.a

**Ferrari s.p.a** è una casa automobilistica italiana, fondata da Enzo Ferrari, che produce autovetture sportive d'alta fascia e da gara. Essa gestisce, tra l'altro, una delle più celebri e titolate squadre sportive impegnate nelle competizioni automobilistiche del mondo: la Scuderia Ferrari. La sede dell'azienda è situata a Maranello, in provincia di Modena ed è guidata dal 1991 da Luca Cordero di Montezemolo. Il simbolo ufficiale, storicamente rappresentato da un *cavallino rampante*, è attribuibile a quello dell'aviatore romagnolo ed asso della prima guerra mondiale Francesco Baracca (1888-1918) ceduto personalmente dalla madre nel 1923 come portafortuna ad Enzo Ferrari e da allora diventato emblema del marchio Ferrari e dello stesso reparto corse.

### Ferrari Enzo, la supersportiva di Maranello

Presentata ufficialmente al Salone dell'automobile di Parigi nell'ottobre del 2002 e nata sulla base dell'esperienza in Formula 1, la Enzo è una delle auto più ammirate e ricercate dagli appassionati e dagli acquirenti del marchio.



Figura 1

Esteticamente appare sportiva e allo stesso tempo elegante. Il suo nome è un tributo al fondatore dell'azienda Enzo Ferrari.

La Enzo monta un motore V12 (Dino F140) di 65° aspirato montato in posizione centrale di 5998,80 cm<sup>3</sup> erogante 660 cavalli a 7800 giri/min. e con rapporto di compressione di 11,2:1. Telaio e carrozzeria sono interamente realizzati in fibra di carbonio, le sospensioni sono a doppio quadrilatero deformabile sia all'avantreno che al retrotreno. I freni sono realizzati in composito ceramica-carbonio e la potenza alle ruote posteriori viene gestita attraverso un cambio a 6 marce sequenziale con leve al volante. La sua linea si deve, come per molti altri modelli Ferrari, alla carrozzeria Pininfarina. L'elevata conoscenza ed esperienza Ferrari nel campo della Formula 1 hanno inciso profondamente nello sviluppo aerodinamico della vettura che, sorprendentemente, non fa uso di un vero e proprio alettone posteriore ma di una piccola appendice aerodinamica che si inclina quando si raggiungono velocità superiori agli 80 km/h. Gran parte del carico aerodinamico è infatti generato dal fondo appositamente studiato della vettura che con l'ausilio degli estrattori posteriori crea un effetto deportante.

Data la configurazione esclusivamente sportiva della vettura, non ha né impianto stereo né alzacristalli elettrici. Le prestazioni di questa vettura costituiscono un caso piuttosto singolare: mentre i dati circa l'accelerazione sono stati normalmente comunicati dalla Casa, il dato relativo alla velocità massima raggiunta non è mai stato indicato con precisione. Circa il tempo di copertura degli 0-100 km/h, la Enzo impiega appena 3,6 secondi. Impiega poi meno di 10 secondi per passare da 0 a 200 km/h; con partenza da fermo, copre il chilometro in soli 19,6 secondi, mentre la velocità massima è indefinibile, ma superiore ai 350 km/h.

#### Caratteristiche tecniche:

Trazione: posteriore

Posizione motore: posteriore longitudinale

12 cilindri a V da 65°

Ingombri (Lung.\*Largh.\*Alt.) → 4702\*2035\*1147 mm

Interasse: 2650 mm

Carreggiate: ant. 1660 – post 1650

Capacità serbatoio: 110 litri

Posti totali: 2

Corpo vettura In fibra di carbonio e nido d'ape d'alluminio

Pneumatici Anteriori 245/35 ZR 19, posteriori 345/35 ZR 19

Velocità max Oltre 350 km/h

Accelerazione 0-100km/h: 3,65 s

Deportanza 700kg a 250km/h

# Capitolo 1 - Normativa di omologazione per autoveicolo: vincoli di progetto

Nel caso specifico dello studio della carrozzeria di un autoveicolo è necessario tenere ben presenti una serie di fattori stabiliti dalle norme di omologazione internazionali, al fine di riuscire a progettare una vettura che risultasse perfettamente omologabile su strada.

Ciò ha condizionato la scelta di una serie di misure e di parametri in fase di studio, dato che i requisiti di omologazione impongono valori quantitativi minimi e/o massimi e le metodologie di prova per verificarli.

In particolare, ci si è occupati sostanzialmente di quattro aree distinte:

- I. Caratteristiche principali legate alla volumetria del veicolo
- II. Dispositivi di illuminazione
- III. Visibilità
- IV. Disposizione del manichino regolamentare Oscar

## 1.1 - Caratteristiche principali legati alla volumetria del veicolo

Il corretto dimensionamento della parte esterna del veicolo ha imposto la necessità di rispettare determinati vincoli legati alle seguenti misure:

- Angolo di attacco

Si tratta dell'angolo formato dalla direzione del terreno e la linea di massima pendenza superabile; il valore è fissato ad un'ampiezza di  $7^\circ$  per la zona anteriore.

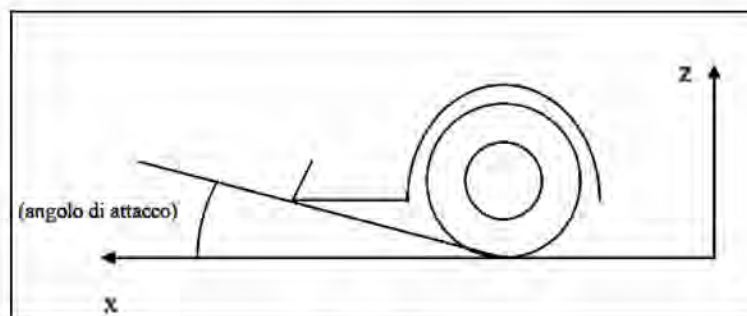


Figura 2

- Angolo di uscita  
Si determina allo stesso modo di quello di attacco; anche in questo caso il valore è stato fissato ad un'ampiezza di  $7^\circ$ ;
- Altezza minima da terra;
- Altezza minima da terra della zona deformabile (paraurti anteriore);



Relativamente all'ultima quota, è necessario che, in caso d'urto frontale, la parte anteriore riesca ad assorbire i colpi e deformarsi progressivamente dissipando energia.

Inoltre gruppi ottici e parti di lamiera in generale non devono essere interessati dall'urto. Questa quota è fissata dalla normativa USA a **508mm** ed è stata rispettata durante lo sviluppo del progetto. La profondità della zona d'urto deve essere almeno di 200 mm.

La verifica viene effettuata attraverso la cosiddetta prova del pendolo, durante la quale una mazza rotante colpisce la vettura e permette di verificare che effettivamente tutte le parti meccaniche all'anteriore e i gruppi ottici rimangano sostanzialmente integri in caso di urto frontale.

## 1.2 - Dispositivi di illuminazione

Altri vincoli regolamentari riguardano il corretto posizionamento dei dispositivi di illuminazione sulla carrozzeria esterna, strettamente legati alla funzione visibilità.

I gruppi ottici costituiscono un elemento di fondamentale importanza nello sviluppo e progettazione di una carrozzeria.

Sono compresi nella famiglia dei gruppi ottici:

- le luci anabbaglianti
- le luci abbaglianti
- le luci anteriori fendinebbia
- le luci di posizione
- le luci di segnalazione di cambio di direzione
- le luci di retromarcia

I sistemi di illuminazione sono considerati organi di sicurezza. Pertanto le loro caratteristiche sono soggette a normative vigenti.

### 1.2.1 - Proiettore abbagliante

Non ci sono norme che dettano regole riguardo lo schema di montaggio e la posizione in altezza.



Relativamente alla visibilità geometrica, si è dovuto tener conto del fatto che essa deve essere consentita all'interno di uno spazio divergente delimitato dalle generatrici che, partendo dalla superficie illuminata, formano un angolo di almeno 5° con l'asse di riferimento del proiettore.

Può essere raggruppato con il proiettore anabbagliante e con le altre luci anteriori; non può essere combinato.

### 1.2.2 - Proiettore anabbagliante

Il bordo della superficie illuminante più distante dal piano longitudinale mediano del veicolo non deve trovarsi a più di 400 mm dall'estremità fuori tutto del veicolo. I bordi interni delle superfici illuminanti devono essere distanti almeno 600 mm. Dal suolo: min 500mm - max 1200 mm.



Gli angoli di visibilità prescritti sono di 15° verso l'alto e 10° verso il basso, 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno.

### 1.2.3 - Proiettore fendinebbia anteriore

La sua presenza è facoltativa sui veicoli a motore, vietata sui rimorchi. La distanza dal fuori tutto del veicolo deve essere di 400 mm e in altezza deve distare almeno 250 mm dal suolo.



Nessun punto della superficie illuminante deve trovarsi sopra il punto più alto della superficie illuminante del proiettore anabbagliante.

### 1.2.4 - Luce di posizione anteriore / posteriore

Serve a segnalare contemporaneamente la presenza e la larghezza del veicolo in strada. E' obbligatorio su tutti i veicoli a motore e sui rimorchi di larghezza superiore a 1600 mm ed è facoltativo sui rimorchi di larghezza inferiore.

Il punto della superficie illuminante più lontano dal piano longitudinale mediano non deve trovarsi a più di 150 mm dall'estremità della larghezza fuori tutto.

La distanza minima fra i bordi interni delle superfici illuminanti è di 600 mm.

L'altezza del suolo è di 350 mm, fino al massimo a 1500 mm o 2100 mm se il veicolo non permette di rispettare il primo vincolo.

### 1.2.5 - Indicatori di direzione

La sua presenza è obbligatoria su tutti i veicoli. I tipi di indicatori di direzione vengono classificati in categorie (1,2 e 5) a seconda degli schemi di montaggio previsti (A e B).

Lo schema A si applica a tutti i veicoli a motore: esso prevede 2 indicatori di direzione anteriori e 2 posteriori. Lo schema B si applica invece ai rimorchi.



Il bordo della superficie illuminante più lontano dal piano longitudinale mediano non deve distare più di 400mm dal fuori tutto del veicolo. Anche qui la distanza tra i bordi interni della superficie illuminante deve essere almeno di 600 mm.

Per gli indicatori di direzione anteriori, la superficie illuminante deve trovarsi ad almeno 40 mm dalla superficie illuminante dei proiettori anabbaglianti nonché dei proiettori fendinebbia anteriori, se esistono. L'altezza dal suolo è di 500 mm per gli indicatori della categoria 5, di 350 mm per gli indicatori delle categorie 1 e 2. Per tutte le categorie il limite max è segnato a 500mm.

### 1.2.6 - Proiettore per la retromarcia

La presenza è obbligatoria sui veicoli a motore, nel numero di 1 o 2 nella parte posteriore del veicolo.

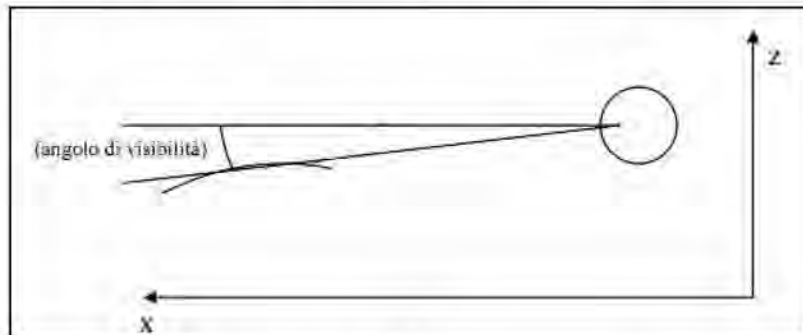
La distanza dal suolo va da un minimo di 250 mm ad un massimo di 1200 mm.

### 1.2.7 - Luce di arresto

La presenza delle luci di arresto è obbligatoria. La posizione tra le due luci in larghezza è di 600 mm. Tale distanza può essere ridotta a 400 mm quando la larghezza fuori tutto del veicolo è inferiore a 1300 mm.

### 1.3 - Visibilità

L'angolo di visibilità in direzione verticale è quello formato dalle due linee partenti dall'occhio del conducente e tangenti l'estremità superiore del parabrezza da un lato e l'estremità inferiore del parabrezza o quella superiore del muso dell'auto dall'altro.



Figura

Tale misura influenza notevolmente lo sviluppo del profilo della vettura; non può assumere un valore inferiore a  $5^\circ$  e almeno in un punto deve superare i  $7^\circ$ .

E' un parametro strettamente legato:

- alla posizione di guida del pilota (ed in particolare dal suo punto di vista);
- alla posizione del curvano (altezza da terra e posizionamento dello stesso in direzione longitudinale);
- alla forma che si decide di dare al "muso" della vettura.

Ogni volta che si interviene sulla posizione, il montaggio o sulla forma del parabrezza è necessario controllare costantemente che questo angolo venga rispettato.

L'angolo di visibilità orizzontale, invece, deve essere maggiore di  $15^\circ$  verso il montante sinistro e maggiore di  $45^\circ$  verso il montante destro (considerando Oscar un monocolo).

### 1.4 – Studio dell'abitacolo : Oscar, il manichino regolamentare

La normativa in vigore pone dei severi limiti anche in relazione allo studio dell'abitabilità di un veicolo.

E' stato fondamentale stabilire la corretta disposizione di Oscar all'interno dell'abitacolo al fine di determinare i punti chiave in base ai quali si cerca di rispettare tutti i vincoli legati all'omologazione del veicolo, in fase di progettazione.

Viene riportata innanzitutto una breve descrizione delle caratteristiche del manichino regolamentare: si tratta di un manichino impiegato per simulare la posizione di un conducente di media statura sul piano xz. La normativa prevede di utilizzare come modello standard per la progettazione un manichino antropomorfo di altezza 1.78m e peso 80kg;

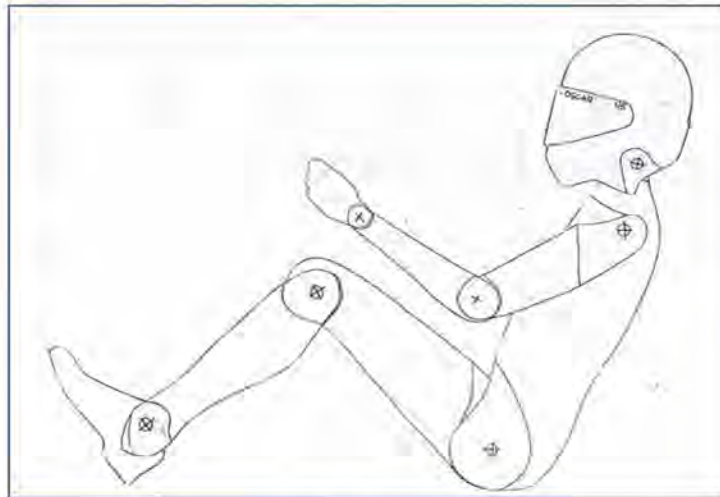


Figura 4 –  
Sagoma di OSCAR in scala 1:5

E' obbligatorio definire innanzitutto una corretta posizione di guida, che garantisca una serie di requisiti fondamentali :

- comfort
- sicurezza del conducente
- funzionalità (accesso ai comandi a "portata di mano")
- visibilità (vedi 1.3.3)

La schiena deve sempre rimanere attaccata alla seduta, in particolare bisogna evitare di assumere una posizione del busto troppo vicino o troppo lontano dal volante per evitare che un eccessivo carico verticale si scarichi completamente sul tronco del conducente.

Le braccia devono essere leggermente arcuate verso il volante e le gambe non devono essere eccessivamente piegate. La situazione migliore sarebbe quella di ottenere una leggera inclinazione dello schienale, che si approssimi a circa 25°, affinché il busto con il suo peso si appoggi completamente allo schienale, senza limitare eccessivamente la visibilità e la funzionalità dell'abitacolo.

Il principale elemento caratteristico di riferimento del manichino è il punto H, che si individua come il punto d'intersezione, su un piano longitudinale mediano verticale, dell'asse teorico di rotazione che esiste fra le cosce e il tronco di Oscar.

Il risultato del punto H si ritiene accettabile se le coordinate del punto H sono contenute in un rettangolo sul piano longitudinale mediano i cui lati orizzontale e verticale sono rispettivamente di 30 e 20 mm e le cui diagonali si intersecano nel punto R, cioè nel punto di riferimento del posto a sedere considerato e indicato dal costruttore del veicolo.

## Capitolo 2 – Fasi dello sviluppo della carrozzeria

Introduciamo ora un elenco dettagliato di tutte le scelte stilistico - funzionali che si è pensato di adottare sulla nostra vettura, partendo dalle prime fasi di sviluppo fino al raggiungimento del risultato finale, spiegando passo dopo passo i problemi riscontrati e le eventuali soluzioni adottate. Tenendo conto del fatto che la *Ferrari Enzo* abbia potuto godere di una particolare omologazione “per piccole serie”, essa presenta numerose caratteristiche incongruenti con quanto previsto dalle normative internazionali vigenti. L’obiettivo perseguito nel progetto è stato quindi realizzare un modello di carrozzeria che permettesse di migliorare i requisiti regolamentari della vettura di partenza e renderla omologabile su strada.

Il layout meccanico di partenza ci è stato assegnato dal professore, in scala 1:5, fin dalle prime fasi di sviluppo del progetto.

Con l’accordo di tutti, si sono assegnati i vari compiti a ciascun componente del gruppo tenendo conto delle reali competenze di ciascuno di noi e stabilito, fin da subito, un sorta di “diario di viaggio” che ci sarebbe servito per muoverci con coerenza assegnando le priorità di ogni giornata di lavoro.

La prima settimana di lavoro è stata dedicata alla rilevazione accurata di tutte le quote fondamentali specifiche legate alla particolare tipologia di layout meccanico, ovvero tutte quelle che potevano in qualche modo influenzare il disegno della carrozzeria.

Tali quote comprendono:

- l’ingombro del motore, da cui si partirà per determinare le dimensioni del cofano;
- l’ingombro dei radiatori (anteriori per l’acqua e posteriori per l’olio);
- l’ingombro dei pneumatici;
- le dimensioni caratteristiche del sistema sospensivo;
- le dimensioni degli organi di trasmissione;
- le dimensioni degli impianti di scarico e del serbatoio carburante.

Nello stesso tempo, prendendo come spunto alcune auto supersportive già in commercio per la definizione delle caratteristiche di massima di cui si sarebbe voluto dotare il modello, si è passati alla realizzazione dei primi bozzetti a matita, che concretizzano le idee emerse durante lo studio. Questi disegni sono la base per la realizzazione di una prima definizione di forma, da cui si partirà per la visualizzazione dell’oggetto su due dimensioni.



Figura 3 – Bozzetto: prospetto posteriore a  $\frac{3}{4}$



Figura 4 – Bozzetto : prospetto anteriore a  $\frac{3}{4}$

La fase successiva del lavoro è stata improntata sullo studio della variazione d'assetto della vettura: nel layout della vettura originale il fondo non è perfettamente

orizzontale, l'angolo di camber è non nullo e l'altezza da terra non soddisfa i valori minimi stabiliti dalle norme internazionali.

Di conseguenza, si è dovuto portare il fondo della vettura a quota 120mm (prevedendo un minimo margine di sicurezza) correggendo l'assetto della vettura in modo che il pianale risultasse perfettamente orizzontale. E' stato inoltre annullato il camber, in modo da non avere eccessive interferenze con la carrozzeria (zona dei passaruota) a seguito di manovre di sterzata o frenatura improvvise.

Successivamente abbiamo deciso di ridisegnare, su suggerimento del professore, il layout meccanico su carta millimetrata; questo lavoro ha richiesto particolare impegno da parte di tutti noi, dovendo prestare molta attenzione a riportare perfettamente tutti i punti del layout senza discostarci dalle quote di partenza. L'idea è stata sostanzialmente molto utile perché successivamente, nella realizzazione delle proiezioni ortogonali, il reticolo di riferimento è stato necessario per rendere più agevole ed intuitiva la rappresentazione dei particolari di carrozzeria.

Si è poi giunti ad una fase del lavoro in cui bisognava studiare a fondo il layout e cercare di adottare le opportune modifiche strutturali, lì dov'erano consentite, al fine di ottenere una buona distribuzione dei volumi sulla vettura.

Le modifiche adottate hanno riguardato il montante A anteriore che è stato inclinato maggiormente, rispetto alla configurazione di partenza, di circa 10°. Il risultato è una maggiore inclinazione del parabrezza, che risulta così più avvolgente, in accordo con l'arco superiore del tetto che crea un effetto a goccia molto pronunciato. Ovviamente non si sono effettuati studi aerodinamici precisi ma si è intuito che tale forma possa conferire alla vettura un carattere più aerodinamico ed accompagnare il flusso sul posteriore, diminuendo la resistenza aerodinamica.

Arrivati a questo punto, abbiamo cominciato a riportare lo schizzo di carrozzeria su carta lucida, scegliendo una scala di rappresentazione 1:5 che, rispetto alle altre, garantisce una certa fedeltà di rappresentazione, pur essendo senza dubbio particolarmente impegnativa da realizzare. Ci si è quindi trovati di fronte ad una serie di problematiche che nessuno di noi aveva previsto.

Il bozzetto di partenza aveva soddisfatto pienamente le nostre aspettative, eppure non era completamente adattabile al layout di cui si disponeva: l'auto da noi realizzata era molto bassa, più di quanto si potesse fare tenendo conto che la zona del montante B non era modificabile e tale scoperta ci ha colto di sorpresa, poiché ci sembrava che la quota da rispettare fosse fortemente restrittiva al fine di progettare una vettura dalla linea sufficientemente aggressiva, tale da risultare all'altezza delle tre supersportive della casa di Maranello.

Altro problema riguardava la linea di cintura, che non dava continuità alla vettura e creava un incrocio di linee spezzate, che non avrebbe mai portato ad una corretta definizione della forma della vettura.

Sempre sulla fiancata, un altro aspetto da considerare riguardava l'airbox: si era deciso di adottare un airbox dinamico in cima al tettuccio della vettura per cercare di fornire, nei limiti del possibile, un flusso indisturbato (in pratica una zona con flusso più laminare possibile e senza turbolenze, in modo che possa essere prelevata dal



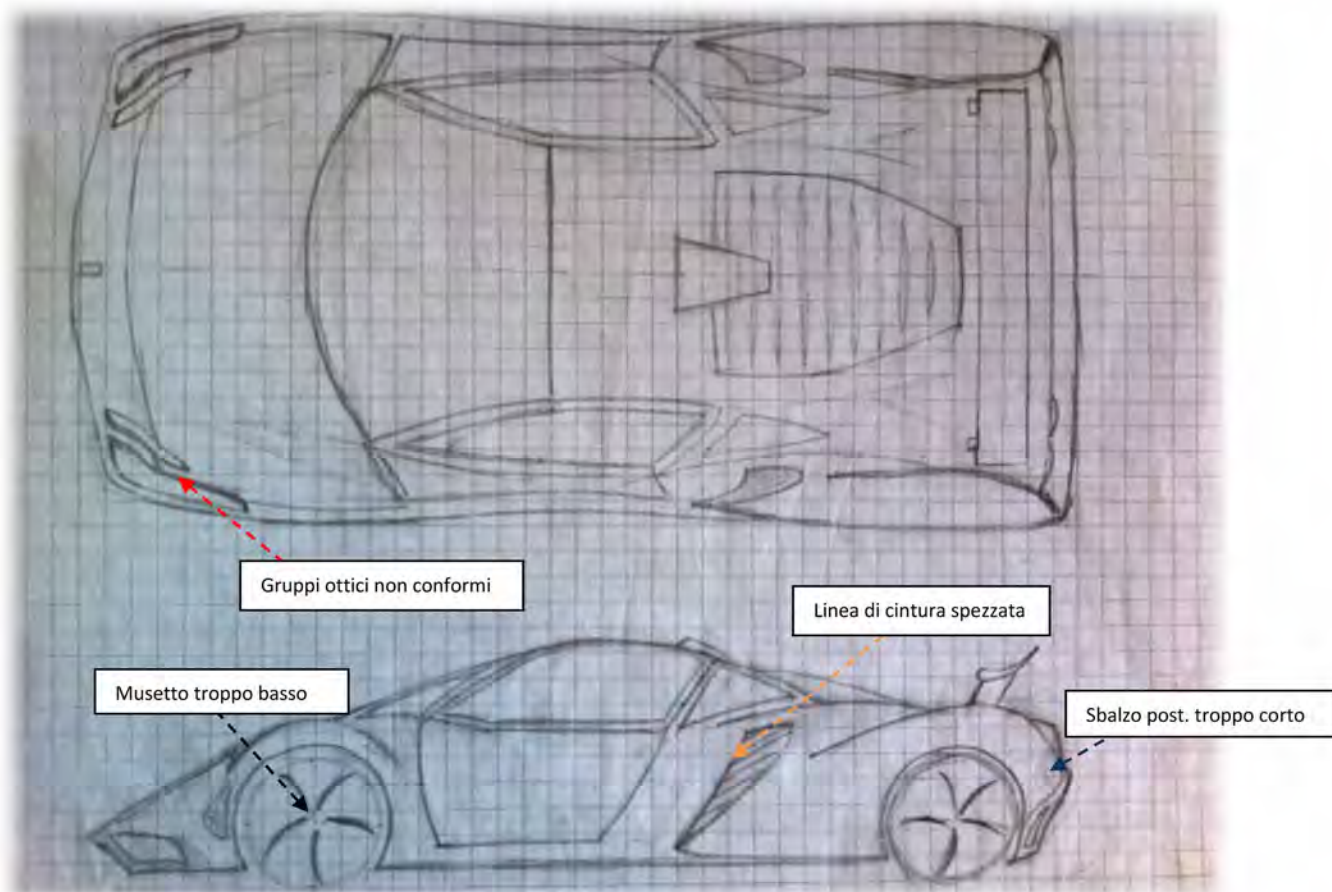
motore con il massimo rendimento) ; in più, il fatto di poter usufruire dell'airbox sfruttando la zona del montante B del layout ci permetteva di prevedere un'ulteriore presa di alimentazione strategica sulla carrozzeria, con un vantaggio anche in termini di costi. Il problema è che l'airbox che si era previsto era posizionato troppo in alto rispetto alla sua collocazione corretta, nel senso che l'area investita dal flusso d'aria risultava insufficiente; anche in questo caso si è dovuto apportare una modifica inclinando maggiormente il tetto della vettura.

Da questo punto in poi, ulteriori modifiche hanno riguardato soltanto le parti estremali della vettura, vale a dire lo sbalzo anteriore e quello posteriore.

Più in dettaglio, sull'anteriore il "muso" risultava troppo basso, e ciò creava dei problemi in quanto:

- la profondità della zona d'urto non era rispettata;
- l'altezza minima della zona deformabile non era sufficiente per garantire che, in caso d'urto frontale, non venisse intaccata alcuna parte meccanica fondamentale della vettura;
- dato lo sbalzo anteriore molto pronunciato, anche l'angolo di attacco non veniva rispettato e risultava di circa  $6^\circ$  a fronte di una quota minima di almeno  $7^\circ$ .

Infine, qualche accorgimento è stato introdotto anche al posteriore, dove lo sbalzo era risultato troppo corto per contenere gli scarichi, il gruppo ottico e l'estrattore sul fondo vettura, con possibilità di avere problemi dovuti all'interferenza con gli organi della trasmissione meccanica.



Quindi, se da un lato i bozzetti presentavano una versione della vettura particolarmente attraente e che rispondeva ai gusti di tutti noi, dall'altro si doveva decidere come modificarla in modo che fosse non soltanto bella ma anche funzionale e rispondente a tutti i requisiti richiesti.

La vettura è stata modificata tramite le seguenti azioni correttive, per raggiungere la soluzione ottimale:

- il frontale della vettura presenta un muso nettamente più rialzato da terra, anche nell'ottica del rispetto della normativa legata all'urto pedone per la sicurezza delle persone, con evidenti bombature laterali per conferire alla vettura un aspetto poco spigoloso, discostandoci dalle linee più sagomate e aggressive che caratterizzano la Ferrari Enzo. In particolare si è deciso di intervenire sul particolare del passaruota, a cui è stato tolto l'effetto eccessivamente muscoloso che si era pensato di adottare nella prima fase di sviluppo. Spiccano i due proiettori sagomati, che sono stati appositamente scelti per creare un forte contrasto con le linee ben più tondeggianti del resto della vettura. Il frontale in generale richiama le linee della Ferrari Dino.
- muovendoci verso la zona centrale, innanzitutto si è cercato di unificare la linea di cintura, in modo che questa scorra interamente lungo tutto il profilo della vettura.

Il risultato è stato quello di ottenere una fiancata sinuosa ed avvolgente, che fosse coerente con quanto disegnato sui bozzetti, con un gioco di sporgenze verso la parte posteriore utile per prevedere una presa d'aria che investa totalmente il radiatore dell'olio per il raffreddamento delle parti meccaniche della vettura. Anche la forma della stessa presa d'aria è stata modificata, impiegando linee più inclinate e allargandone la sezione d'ingresso del flusso d'aria, con lo scopo di aumentare l'effetto dinamico.

Soffermandoci sempre sulla stessa zona centrale, il profilo disegnato sul bozzetto presentava un ulteriore problema di cui ci siamo accorti solo successivamente: la sagoma del finestrino era stata pensata senza tener conto della sagoma della portiera e della zona effettiva di estensione del giro porta; in pratica risultava troppo inclinata per permettere al finestrino di abbassarsi verticalmente, a scomparsa. Con una configurazione di questo tipo si sarebbe avuto interferenza tra pezzi di carrozzeria mobili e fissi.

Avendo apportato una modifica sulla portiera, nel definire la forma dei finestrini laterali si è dovuto tener conto di due aspetti: lo stile e la funzionalità.

Si è cercato pertanto di disegnare una forma che rispecchi la linea stilistica complessiva della vettura, ma che, al contempo, sia funzionale nel senso che consenta l'apertura dei finestrini stessi. E' stato previsto che i finestrini laterali si aprano attraverso un meccanismo di scorrimento verticale a scomparsa nella portiera.

- guardando invece la parte posteriore, si è intervenuti cercando di allungare nettamente la "coda della vettura" provando a raggiungere dimensioni dello sbalzo di circa 800 mm. L'andamento della linea del tetto che scende dolcemente verso la coda e il lungo sbalzo posteriore della carrozzeria conferiscono alla vettura un profilo slanciato; i passaruota posteriori si allargano, conferendogli il tipico aspetto di vettura ben piantata a terra.

## Capitolo 3 - Posizionamento di Oscar

Nella seconda fase del lavoro, dopo aver raggiunto un'ottima distribuzione dei volumi sulla vettura, si è deciso di studiare il corretto posizionamento del manichino regolamentare Oscar. Questa fase ha richiesto un notevole sforzo e un'ampia successione di prove.

Innanzitutto è stato fondamentale ricavare le misure esatte del manichino regolamentare; dalla figura 1:5 che ci è stata fornita dal professore, abbiamo ritagliato le varie parti componenti il profilo di Oscar, collegandole tra loro con degli spilli simulanti le giunture del corpo umano; così facendo, si poteva muovere più facilmente una parte del corpo rispetto alle altre, quindi determinare univocamente la posizione ottimale del punto H.

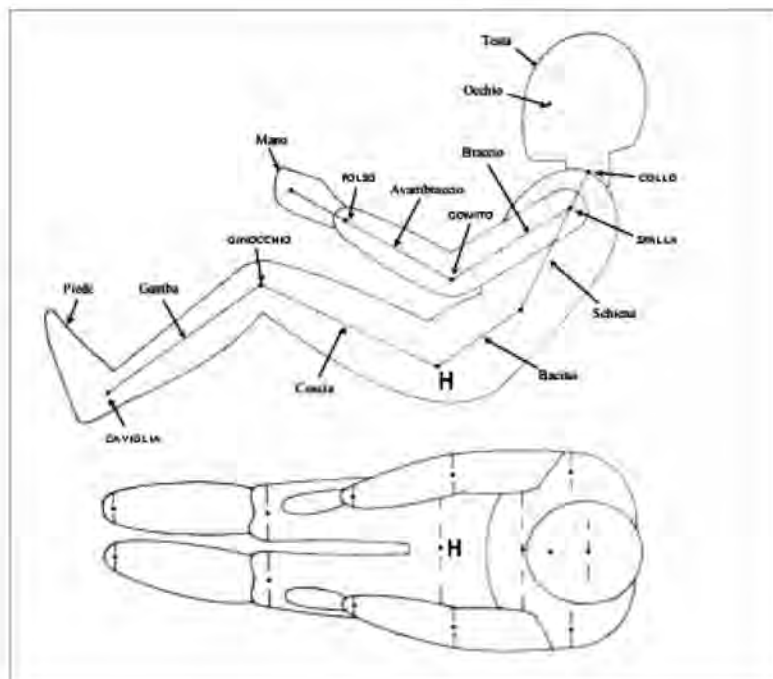


Figura 4 –  
Schematizzazione del manichino regolamentato

Ci si è resi conto fin da subito che tale punto caratteristico era fortemente influenzato da una serie di fattori. Il muso della vettura, ad esempio, doveva essere ridisegnato in modo che, a partire dal punto di vista di Oscar, si potessero tracciare due semirette (una delle quali tangenti al muso della vettura) formanti tra loro un angolo di  $7^\circ$  almeno in punto, per garantire una visibilità ottimale. Il posizionamento di Oscar è importante anche per una corretta definizione dell'abitacolo della vettura: è stato infatti controllato che a seguito di una rotazione in avanti del busto del conducente (movimento obbligato in caso di frenata improvvisa) la testa non vada ad impattare contro parti interne all'abitacolo e questo ha di fatto influenzato il disegno della zona del padiglione della vettura.

Quindi anche in questa seconda fase ci siamo trovati di fronte ad una serie di problemi da dover risolvere.

L'altezza della macchina non prevedeva uno spazio minimo sufficiente tra tettuccio e casco, quindi si è dovuto aumentare ancora, di qualche mm, l'altezza complessiva del corpo vettura. E' stato necessario tener conto anche della quota minima del punto H rispetto al pianale della vettura, che doveva essere di almeno 150mm per poter prevedere gli ingombri interni del sedile e di quant'altro si sarebbe voluto interporre tra i due (guide per la regolazione della posizione di guida, etc..).

Relativamente alla posizione di guida, si è scelto di adottare una seduta leggermente inclinata, con un angolo di inclinazione, rispetto alla verticale passante per il punto H, di circa 18°.

Questa scelta ci ha permesso di limitare l'ingombro in verticale del manichino regolamentare e di adottare una configurazione della carrozzeria con ridotto ingombro in verticale, scaricando il carico dovuto alle alte accelerazioni completamente sullo schienale del sedile, migliorando il comfort senza limitare la visibilità e la funzionalità.

Il risultato delle modifiche effettuate ha portato alla collocazione del punto H, rispetto all'origine degli assi di riferimento (assi anteriori):

X: 1270 mm

Y: -375 mm

Z: 305 mm

Definito il punto H, si è controllato, per quanto possibile, che durante una rotazione in avanti rispetto al punto stesso, il manichino non impatta contro nessun elemento interno alla vettura, con particolare attenzione al montante A anteriore.

## Capitolo 4 – Principi di realizzazione di un piano di forma:

### 4.1 Piano di forma

Segue la definizione del piano di forma, che consiste nel rappresentare fedelmente con tutte le misure su due dimensioni quello che poi sarà tradotto esattamente nelle tre dimensioni, cioè l'oggetto reale quotato, in un piano bidimensionale.

Le principali regole per la corretta realizzazione di un piano di forma includono:

- scelta della scala di rappresentazione

Esistono diverse opzioni da adottare per la scelta corretta del piano di forma. Nel nostro caso si è scelto di riprodurre il veicolo su **scala 1:5**, che in genere è la rappresentazione più usata perché unisce il vantaggio di non essere troppo voluminosa e impegnativa, pur essendo sufficientemente precisa.

- tracciatura del reticolo di riferimento

Viene tracciato sul foglio tramite una serie di linee longitudinali e trasversali equidistanti e quotate.

Serve a suddividere lo spazio del foglio per ottenere utili punti di riferimento necessari per rendere più semplice e agevole la rappresentazione delle quattro viste in proiezione.

Anche noi abbiamo deciso di riportare il layout meccanico di partenza su carta millimetrata per creare il maggior numero di *punti di riferimento*, che sono stati poi di grande aiuto nella realizzazione delle proiezioni ortogonali della vettura.

- disegni di proiezione della carrozzeria

Si tratta principalmente di quattro viste fondamentali.

Le viste rappresentate sono:

- fianco sinistro (lato guida);
- pianta (vista dall'alto);
- prospetto anteriore;
- prospetto posteriore.

Il fianco è stata la prima vista realizzata, perché si è dimostrata essere la più intuitiva e quella da cui è possibile ricavare più informazioni. Viene disegnato il lato della vettura sul piano xz.

Partendo dalla misura principale del fianco, ovvero la lunghezza complessiva del corpo vettura, si realizza il prospetto in pianta, cioè quello in cui la vettura è vista dall'alto ed è quindi rappresentata sul piano xy.

La pianta può essere rappresentata completamente ma, data la simmetria sul piano longitudinale mediano dell'oggetto, si è deciso di rappresentare solo la metà di sinistra della vettura.

I prospetti anteriore e posteriore vengono infine ricavati mediante strette corrispondenze delle quote fondamentali ricavate dal fianco e dalla pianta della vettura (sono una conseguenza delle due precedenti).

Per comodità, si usa posizionare il prospetto anteriore a sinistra del fianco, in corrispondenza della stessa parte anteriore dell'auto, mentre il prospetto posteriore andrà posizionato a destra della proiezione del fianco della vettura; tutto ciò unicamente per motivi di controllo e praticità.

E' importante tenere presente, una volta che si è giunti a questo punto della realizzazione delle quattro viste, che qualunque modifica che si apporta su una proiezione si traduce nella modifica della quota corrispondente sulle altre viste.

- costruzione del piano di forma

Per rappresentare un oggetto, sono necessarie sia le proiezioni ortogonali che le sezioni.

La particolarità del piano di forma consiste nella possibilità di realizzare una perfetta e fedele rappresentazione su due dimensioni di un oggetto tridimensionale, completo di sezioni riportate sulle viste sopra descritte.

Nel nostro caso, è come se si effettuassero dei veri e propri "tagli" sulla vettura e questo ci aiuta a definire ancora meglio lo sviluppo in tre dimensioni dell'oggetto bidimensionale rappresentato.

In base alla particolarità di alcune zone della carrozzeria sulle quattro viste si dovrà prevedere un numero adeguato di linee di sezione.

Si possono avere tre diversi tipi di sezione con diversi tipi di rappresentazione a seconda della vista in cui verranno riportate:

- *Le sezioni trasversali*, che sono in genere quelle più importanti perché sono quelle offrono maggiori informazioni tridimensionali.

Vengono effettuate lungo l'ascissa x del sistema di riferimento.

Il contorno della parte selezionata ci consente di definire pienamente lo sviluppo della forma della carrozzeria nello spazio, mettendo bene in evidenza tutte le variazioni del profilo, in corrispondenza della quota fissata. Tali sezioni sono tracciate in loco sui due prospetti, quello anteriore e quello posteriore, oppure ribaltate di 90° sul fianco della vettura.

- *Le sezioni assiali* sono meno importanti rispetto a quelle trasversali ma sono comunque utili per sottolineare l'andamento del padiglione e dei cristalli della vettura. Sono sezioni tutte ortogonali all'asse z e vengono rappresentate in pianta.
- *Le sezioni longitudinali*, come quelle assiali, sono di importanza secondaria e vengono eventualmente riportate in pianta.

## 4.2 Tracciatura delle sezioni

Lo sviluppo delle sezioni è stato realizzato partendo dalla zona anteriore della macchina per poi procedere, in sequenza, con quella centrale (padiglione) e quella posteriore.

La sezione di partenza è stata effettuata in corrispondenza dell'altezza massima del "muso" (95 mm) per poi proseguire verso il paraurti anteriore.

La tracciatura delle sezioni è stata effettuata nel modo seguente:

si parte tracciando la linea che identifica la sezione trasversale, sulla fiancata della vettura, in corrispondenza della quota fissata; si traccia poi la sua corrispondente sulla pianta (vista dall'alto).

Le coppie di punti individuate sulle due viste dall'intersezione della linea di sezione con la carrozzeria vengono riportate nel prospetto anteriore, sul quale si individua, di conseguenza, il punto corrispondente.

Tale operazione viene eseguita per tutte le coppie di punti.

Individuata la sequenza di punti da congiungere è necessario tracciare un profilo passante per questi che sia coerente con l'andamento generale della carrozzeria e che rispecchi anche l'idea di "forme" e volumi pensate dal gruppo nelle prime fasi del progetto.

Con questa logica di ragionamento abbiamo sezionato tutta la macchina, definendo completamente il piano di forma della carrozzeria.

Per coerenza di rappresentazione (problemi di visibilità) le sezioni effettuate a sinistra del punto più alto della carrozzeria (individuata sul fianco) sono state rappresentate sul prospetto anteriore mentre quelle a destra sul prospetto posteriore.

Le sezioni sono state effettuate a 20 cm di distanza l'una dall'altra e sono state intensificate nelle zone con sviluppo tridimensionale particolarmente complesso della carrozzeria.

### *Tabella Intensificazione delle sezioni-*

<b>componente sezionato</b>	<b>Quote di sezione (mm)</b>	<b>n° di sezioni</b>	<b>Distanza tra le sezioni (cm nel disegno)</b>
Paraurti anteriore	95 108 126	3	3
Fiancata laterale	238 234 230	3	1
Parte posteriore	165 160 157	3	2



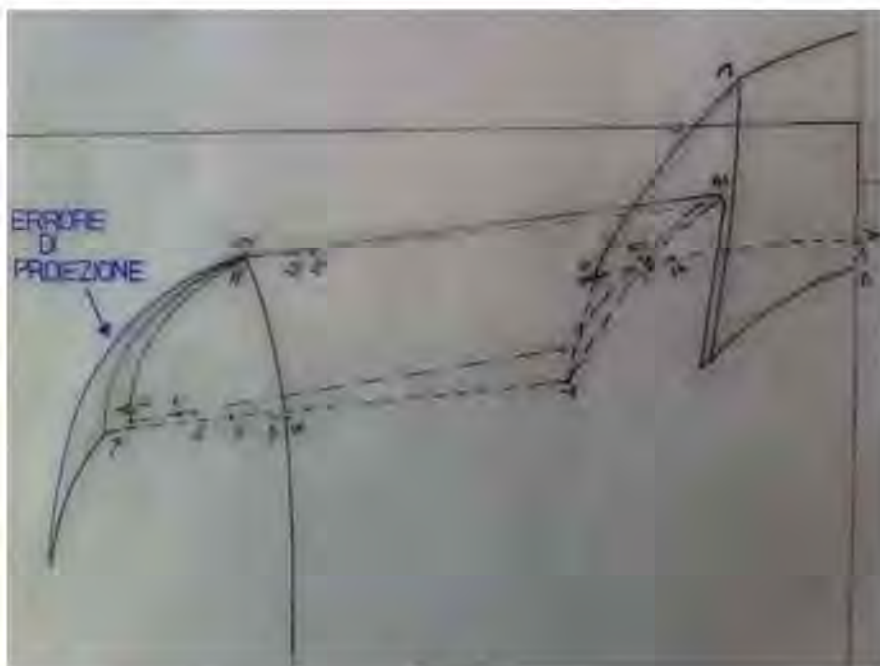
## 4.2.1 - Problematiche affrontate

### *Parte anteriore*

Particolare difficoltà è stata riscontrata nell'interpretazione dell'andamento della sezione a quota 95mm, in quanto questa "tagliava" solo in parte le "bocche laterali" e il musetto.

Inoltre, errori di proiezione sulla pianta hanno contribuito ad aumentare tale difficoltà, a causa della quale non sussisteva corrispondenza tra i punti di sezione individuati nelle varie viste.

Per questo motivo è stato deciso, su foglio lucido a parte, di riprendere in considerazione le proiezioni in pianta del "muso" e di apportare le correzioni opportune.



**Figura**

Correzione della proiezione del profilo anteriore della carrozzeria

### *Zona curvano*

Sono stati riscontrate difficoltà nella corretta individuazione degli andamenti delle sezioni in prossimità del curvano a causa dell'estrema vicinanza di profili quali: linea di taglio del cofano anteriore, inizio del parabrezza e linea di cintura

### *Zona posteriore*

A causa dell'andamento monotono della carrozzeria le sezioni risultano molto simili tra loro e per questo confondibili. E' stato perciò deciso di rappresentarle ribaltate di 90° sul fianco anziché sul prospetto posteriore per semplificarne la visualizzazione.

Di seguito vengono riportate le quote (mm) in corrispondenza delle quali sono state eseguite le sezioni della nostra vettura.

Posizione delle sezioni trasversali in loco sull'anteriore: 95;108;126; 140; 152; 161; 168; 173; 178.

Posizione delle sezioni trasversali in loco sul posteriore: 156;170; 182; 206; 234; 254.

Posizione delle sezioni trasversali ribaltate a 90° sul profilo della vettura:95;108;126;140;152;161;168;173;178;199;218;232;245;245;244;250;238;234;230;219;205;195;182;170;165;160;157.

Dato il numero notevole di sezioni sul profilo abbiamo deciso, per motivi di visualizzazione, di non riportare lo stesso numero di sezioni sui due prospetti della vettura.

Posizione delle sezioni assiali in pianta: 160; 174; 189.

### **4.3 - Quote fondamentali**

Ecco un elenco dettagliato delle quote fondamentali che si sono rilevate a seguito del completamento della costruzione del piano di forma e definiscono, in linea di massima, gli ingombri fondamentali del corpo vettura.

- *Lunghezza complessiva della vettura: 4880 mm*
- *Altezza complessiva:1220 mm*
- *Passo della vettura:2800 mm*
- *Sbalzo anteriore:1290 mm*
- *Sbalzo posteriore:790 mm*
- *Larghezza complessiva della vettura: 2030 mm*
- *Carreggiata anteriore: 1660 mm*
- *Carreggiata posteriore:1650 mm*

Tutte queste misure sono rilevate con veicolo a carico statico, con tutta la componentistica montata, priva di liquidi e in stato di quiete.

## Capitolo 5 - Analisi dettagliata delle soluzioni tecniche adottate

Il capitolo che segue vuole proporre una sintesi di tutte le soluzioni tecniche che, si potrebbero applicare nella fase di ingegnerizzazione del prodotto.

### 5.1 - Tergicristalli

I tergicristalli, soprattutto per le autovetture più performanti, possono compromettere l'aerodinamica del veicolo. Questo inconveniente, aggiunto alla manutenzione ha contribuito alla necessità, da parte degli ingegneri, di sperimentare metodi alternativi per la pulizia del parabrezza.

Uno di questi, consiste nel realizzare uno specialissimo vetro nanotech, che grazie a quattro sofisticati trattamenti superficiali modificano le caratteristiche del vetro a livello molecolare. Il primo strato (a contatto con l'aria esterna), a base di biossido di titanio, riesce a filtrare il sole, esercitando sul parabrezza un forte effetto idrorepellente. Nel secondo strato di vetro polveri microscopiche spingono lo sporco ai lati dello stesso, mentre nel terzo strato alcuni sensori puliscono il parabrezza se si supera un livello limite di quantità di acqua o di sporco da smaltire.

Infine il quarto strato è un conduttore di corrente, necessario come alimentazione elettrica per questo parabrezza innovativo, che non ha più bisogno di tergicristalli.

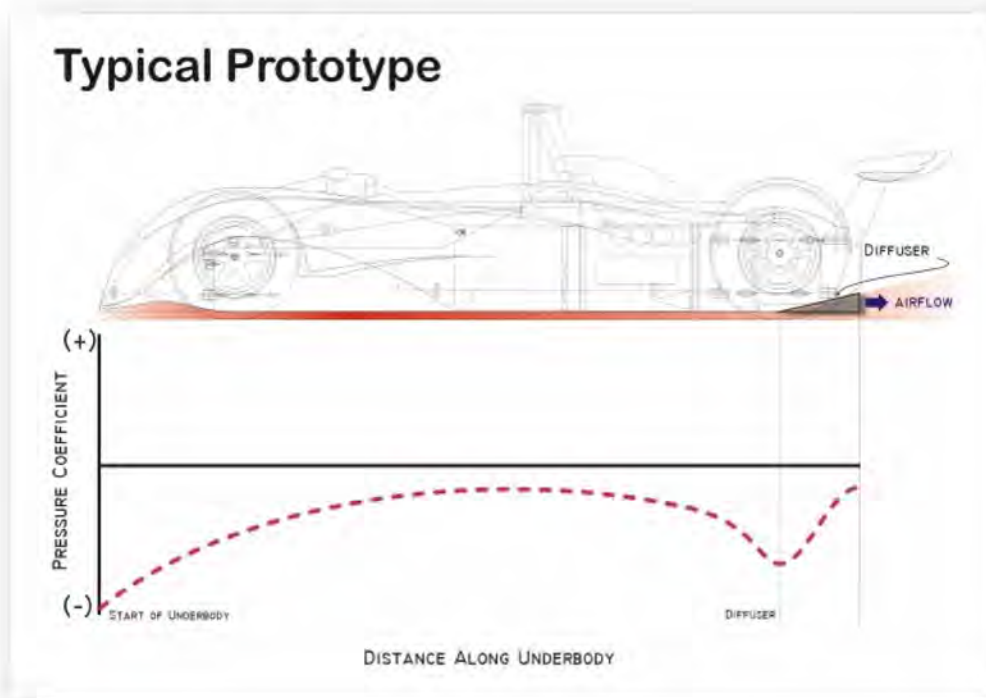
Di conseguenza, per mantenere inalterate le prestazioni aerodinamiche, nell'ottica di progettare una supersportiva, è stato deciso di applicare questo tipo di vetro parabrezza nella nostra vettura.

### 5.2 - Il diffusore

Il diffusore (Fig 3), detto anche estrattore o scivolo estrattore, in campo automobilistico è un particolare elemento aerodinamico fisso collocato sul fondo di una vettura, atto a generare una spinta verso il basso del veicolo per incrementarne la deportanza.

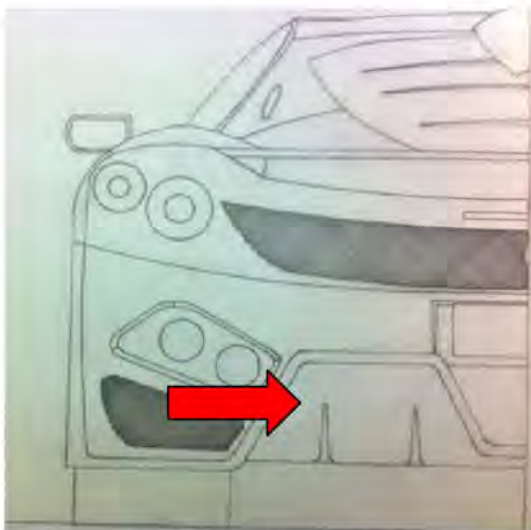
Il diffusore assomiglia ad una sorta di scivolo o ala rovesciata. Esso aumenta di volume lungo la sua estensione: all'inizio è piatto ed estremamente scavato, mentre è rialzato nella parte finale in modo da creare un vuoto necessario per l'espansione dell'aria proveniente da sotto la vettura. La funzione diffusore è quella di creare un'area di bassa pressione sotto il corpo vettura mentre il mezzo è in movimento, creando una maggiore differenza di pressione tra le superfici superiore e inferiore dell'auto. Quando una vettura è in movimento, il flusso d'aria che passa nella parte sottostante dell'avantreno accelera ma arrivando al diffusore trova una zona di bassa

pressione si espande e ritorna a velocità normale, producendo deportanza in maniera più efficiente, riducendo la resistenza rispetto ad un comune alettone. Nel grafico di Fig 4 è stato rappresentato l'andamento del coefficiente di pressione sotto la vettura in funzione della sua lunghezza.



**Figura 4**

Andamento della pressione del flusso d'aria sotto il veicolo.

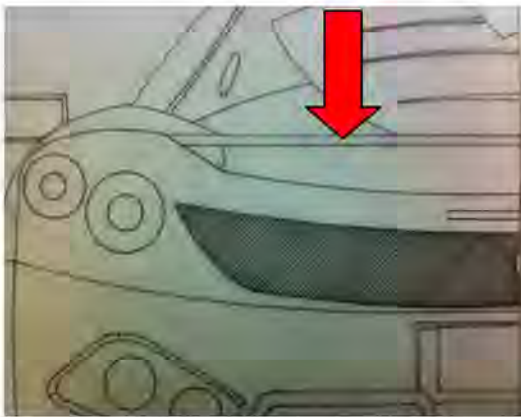


**Figura 6 – Particolare dell'estrattore**

Si è dunque dotata la vettura di questo tipo di deviatori di flusso simili a quelli presenti, per far sì che si riesca ad estrarre dal fondo un maggiore volume d'aria per produrre un campo di depressione di elevata intensità che assicura un'ottima aderenza sul suolo.

### 5.3 - Alettone posteriore

Per alettone si intende un particolare elemento aerodinamico, fisso o mobile, atto a generare una spinta verso il basso del veicolo per incrementarne l'aderenza al suolo. Il principio fisico che sta alla base del funzionamento di un alettone automobilistico è esattamente lo stesso che permette agli aerei di volare, ma a differenza dell'aeronautica viene utilizzato nella maniera opposta, invece di sostenere il mezzo in aria, lo spinge maggiormente verso terra, ovvero lavora per creare deportanza invece che portanza come negli aeromobili.



L'alettone applicato nella nostra vettura rappresenta una soluzione ibrida tra i classici alettoni e quelli integrati alla carrozzeria (Fig. 5). La realizzazione di questo elemento in carbonio a vista ha permesso di dimezzare il peso del componente, a parità di efficienza aerodinamica.

Figura 5 – Particolare dell'alettone

### 5.4 - Lunotto posteriore

Il lunotto posteriore, realizzato in vetro, permette di rendere visibile il poderoso V12 della casa di Maranello.

Il lunotto apribile (Fig 6) costituisce il cofano motore; al fine di migliorarne l'accessibilità, si è deciso di aumentarne le dimensioni in senso longitudinale, conferendogli una forma intuitivamente aerodinamica, che permetta al flusso di aderire al profilo posteriore.

Si osserva inoltre che, al fine di evacuare l'aria calda dal vano motore, sono state disposte tre feritoie ricavate sul lunotto stesso: queste aperture sono necessarie per evacuare il calore statico, ossia salvaguardare il vano motore nel caso in cui, a motore spento, la temperatura aumenti considerevolmente, superando il limite accettabile.



**Figura 6 -**

Lunotto posteriore apribile della Ferrari

## **5.5 - Aerodinamicità delle prese d'aria**

Nella progettazione di ogni vettura Ferrari la definizione delle forme e dei volumi è il risultato dell'integrazione tra aerodinamica e stile.

Come abbiamo avuto occasione di imparare durante il convegno tenuto dal responsabile del centro stile Ferrari durante il corso di Disegno di Carrozzeria, molte volte, nella progettazione di una vettura supersportiva e non solo, le necessità tecniche derivate dallo sviluppo aerodinamico, oppure quelle legate ai vincoli normativi, vengono recepite e trasformate in elementi stilistici caratterizzanti.

La vettura è stata concepita prevedendo un numero strettamente necessario di prese d'aria, per il raffreddamento delle parti interne al motore. Si è ritenuto che la pulizia delle superfici fosse importante per conferire alla vettura un aspetto sobrio ed elegante.

Nel caso più generale, ogni presa d'aria deve essere posizionata in modo da fornire la minima resistenza esterna.

Queste contribuiscono in parte, insieme a quelle dei passaruota, al raffreddamento dei radiatori dell'acqua e del sistema frenante e in parte, insieme alle due realizzate sul cofano anteriore implementano la deportanza.

Il flusso in ingresso nelle prese del paraurti anteriore percorre parte del cofano uscendo dalle prese effettuate sul cofano stesso continuando a sagomare il profilo, assicurando così il giusto gradiente di pressione.

La fiancata della vettura presenta un'apertura laterale molto ampia, per il raffreddamento dei radiatori dell'olio, dei catalizzatori, dell'impianto frenante posteriore e in parte anche del motore.

Esse sono poste a filo con la carenatura lungo il fianco, per fornire la minore resistenza possibile e ridurre il più possibile il suo effetto sull'aerodinamica.

Nella parte posteriore, la vettura è stata corredata anche di un griglia molto pronunciata, in linea con il family feeling aziendale.

Il flusso in entrata dalle prese d'aria laterali esce dalla griglia che offre anche un'importante funzione, insieme alle prese previste sul lunotto, di areazione del gruppo motore.

## **5.6 - Gruppi ottici anteriori e posteriori**

Si procede ora all'analisi della fanaleria:

Il gruppo ottico anteriore (Figura 8) presenta una forma sagomata con estensione longitudinale, al cui interno i sistemi d'illuminazione previsti sono:

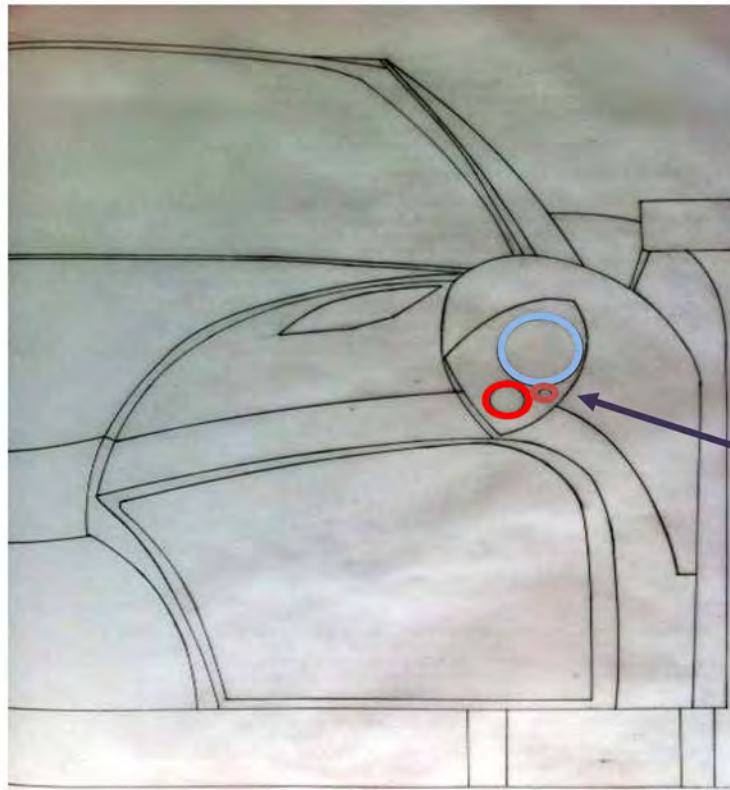
- Luci abbaglianti e anabbaglianti (da catalogo Hella) per le quali ormai sono comunemente impiegati i moderni led.
- Freccia a led con forma ovale (indicatore di direzione).

Tale disposizione garantisce un'estensione del fascio luminoso in verticale di 15° verso l'alto e 10° verso il basso, mentre orizzontalmente 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno.

Per quanto riguarda i fanali posteriori, si è preferito adottare il classico gruppo ottico in stile Ferrari, ritenendolo fondamentale al fine di garantire l'immediata riconoscibilità del marchio. Il gruppo ottico al posteriore prevede:

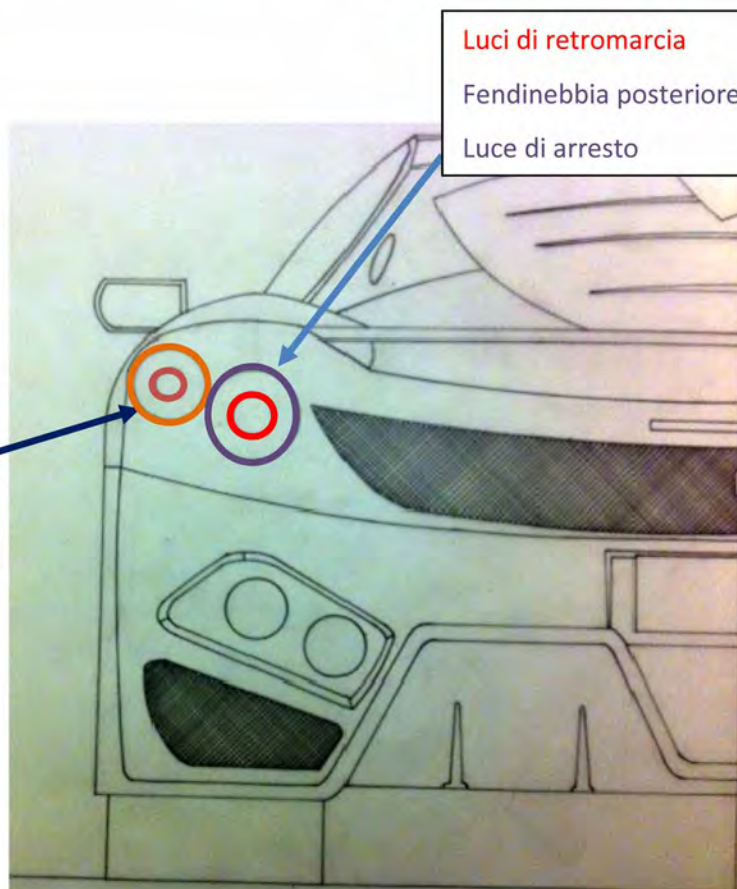
- Luci di posizione e stop concentrici
- Luci di retromarcia
- Freccia a led (indicatore di direzione).
- Fendinebbia posteriori

(Le luci fendinebbia non sono state volutamente apportate all'anteriore perché non sono previste dalla normativa).



Proiettori anabbaglianti  
 Proiettori abbaglianti  
 Indicatore di direzione

Figura



Luci di retromarcia  
 Fendinebbia posteriore  
 Luce di arresto

Indicatore di direzione  
 Luce di posizione  
 Fendinebbia posteriore

Figura



## Capitolo 6 - Cenni sull'abitacolo della vettura

Diamo adesso brevi cenni sulla caratterizzazione degli interni della vettura.

Senza dimenticarci l'obiettivo del lavoro svolto, cioè lo sviluppo di una carrozzeria di un'auto super sportiva, si è cercato un punto di equilibrio fra la sportività e la sensazione di comfort e sicurezza.

La pelle è la protagonista dell'area occupata dai passeggeri mentre tutte le zone di interfaccia uomo-macchina sono realizzate con materiali tecnologici come fibra di carbonio ed alluminio.

Nell'area più specifica riguardante gli interni e i materiali adottati, è stato previsto il volante in carbonio con i led di regime motore di derivazione "Enzo Ferrari" integrabile con uno specifico kit di carbonio che include a scelta pannelli porta, quadro strumenti, palette cambio e copribrancardi.

Per quanto riguarda la sellatura, trattandosi di un'auto estremamente sportiva, è stato deciso di utilizzare il modello di sedile R700P prodotto da SPARCO.



**Figura 9**

Sedile Sparco R700P

La seduta ergonomica e l'alto contenimento del sedile permettono un minor sforzo per contrastare la forza di gravità in curva con un beneficio a livello di comfort e precisione di guida.

Inoltre la regolazione micrometrica dello schienale permette di definire e rispettare con precisione l'inclinazione del manichino determinata in fase progettuale.

Di seguito, sono riportate le *caratteristiche tecniche della sellatura* adottata:

- regolazione micrometrica dello schienale;
- rivestimento in pelle;
- regolazione lombare;
- cuscino poggia gambe scorrevole;
- leva ribaltamento rapido;
- telaio tubolare;
- compatibilità con cinture sportive a tre o quattro punti.

## Capitolo 7 - Suddivisione della carrozzeria

Lo studio delle aperture degli elementi mobili che compongono una carrozzeria è risultato particolarmente complesso.

Per questo il problema non potrà essere affrontato da un punto di vista preciso e dettagliato ma piuttosto verranno suggerite delle soluzioni approssimate.

### 7.1 - Elementi fissi: suddivisione dei pannelli di carrozzeria

Determiniamo ora come suddividere i vari pannelli di carrozzeria, cercando di dar vita ad un iter procedurale che ci porti ad avere il numero minimo di stampi.

In ogni fase di stampaggio bisognerà tener conto di una serie di accorgimenti, cercando di evitare di includere sottosquadri, arrotondare spigoli e bordi per evitare concentrazioni di tensione e prevedere opportuni angoli di spoglia per facilitare l'estrazione del pezzo dalla matrice dello stampo.

Nella fase di stampaggio dei vari pannelli, le tipologie di lavorazione per stampaggio sono le seguenti:

- Stampaggio a stampo aperto;
- Stampaggio a stampo chiuso ;
- Stampaggio per soffiatura;
- Stampaggio per sinterizzazione;
- Stampaggio per colata.

Analogamente in fase di giunzione dei vari pannelli, a fronte di diverse esigenze di accoppiamento in termini di resistenza, si potranno utilizzare varie tecniche di giunzione:

- saldatura a gas inerte
- saldatura a resistenza a punti: ribaditura o clinching
- chiodatura
- incollaggio

### 7.2 - Elementi mobili (Aperture portiere, cofani e finestrini)

Ogni elemento mobile deve essere pensato e progettato in modo da garantire il suo corretto azionamento, evitando qualunque tipo di interazione con altre parti di carrozzeria.

Analizziamo innanzitutto i tagli della carrozzeria per le aperture dei cofani anteriore e posteriore.

Per quanto riguarda il cofano anteriore, è stata prevista un'apertura controvento con il taglio sul muso anteriore ad un'altezza da terra superiore a 508mm(550mm), nel rispetto della cosiddetta "prova del pendolo". Le cerniere di apertura sono poste lateralmente nella zona immediatamente antistante al curvano.

Questa soluzione consente di avere una buona accessibilità a tutti gli organi meccanici ospitati nella zona anteriore del veicolo, ossia radiatori di raffreddamento del motore e sospensioni anteriori. Ovviamente una soluzione di apertura controvento porta a dover prevedere degli adeguati dispositivi di sicurezza onde evitare l'apertura spontanea del cofano durante la marcia, che, ad elevate velocità, potrebbe compromettere seriamente la stabilità del veicolo.

Per il cofano posteriore è stato deciso di adottare la soluzione prevista anche dalla 458 Italia che prevede il lunotto posteriore apribile.

A differenza di questa, è stata aumentata la quota longitudinale con lo scopo di garantire una migliore accessibilità alla zona motore.

Questa soluzione risulta più vantaggiosa, dal punto di vista economico e progettuale, rispetto a soluzioni che prevedono tagli complessi in zone più "delicate" della carrozzeria. Infine, non essendoci apertura controvento, al posteriore non si corre il rischio di apertura spontanea del cofano con il veicolo in marcia.

Oltre ai cofani, la cui apertura deve garantire l'accessibilità alle parti meccaniche sottostanti, si deve porre un'attenzione particolare sulla portiera laterale.

Per prima cosa deve potersi aprire sufficientemente per garantire una buona accessibilità all'interno dell'abitacolo e non interferire con il flusso d'aria in ingresso alla presa d'aria posteriore.

In aggiunta a tutto ciò deve anche includere al suo interno la barra anti intrusione e il meccanismo di azionamento degli airbag laterali nel rispetto delle norme sulla sicurezza passiva. Le portiere, collegate al telaio del veicolo mediante due cerniere, si aprono ruotando attorno ad un asse perpendicolare alla linea di terra.

Dopo un attento studio sulle varie tipologie di meccanismi per l'apertura delle portiere, la soluzione prevista risulta quella comunemente più utilizzata nel campo automobilistico.

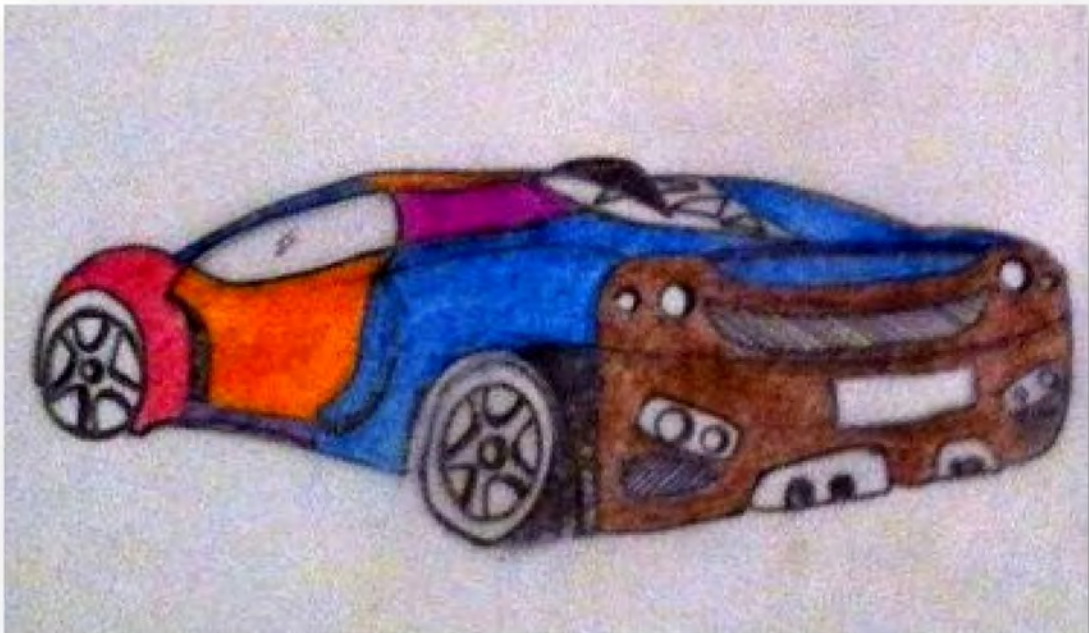
Tale scelta risulta conforme alle caratteristiche estetiche della vettura.

Per evidenziare la separazione delle componenti di carrozzeria coloriamo in maniera differente le varie zone della carrozzeria (Figura 10.1-Figura 10.2).



**Figura 10.1**

**Suddivisione dei pannelli della carrozzeria.**



**Figura 10.2**

**Suddivisione dei pannelli della carrozzeria.**

## Capitolo 8 - Conclusioni

La prima conclusione alla quale si è giunti è legata all'importanza del lavoro di gruppo. Mai come in questa occasione le richieste si sono rivelate così vaste da dover prevedere una vera e propria organizzazione e suddivisione dei compiti in base alle capacità personali di ogni membro.

Ogni problema è stato affrontato e sottoposto al gruppo cercando di prendere sempre in considerazione le varie soluzioni proposte per giungere al miglior compromesso possibile.

In secondo luogo le difficoltà incontrate durante lo sviluppo del progetto, hanno evidenziato quanto sia complesso il processo di creazione e industrializzazione di una nuova vettura, ma soprattutto come tutte le fasi debbano concatenarsi perfettamente al fine di ottenere un risultato vincente.

L'esperienza complessivamente è stata positiva, perché sono stati trattati molteplici aspetti che riguardano il veicolo, non solo quelli specifici della carrozzeria.

Pertanto sarebbe interessante approfondire tutti gli aspetti che non è stato possibile analizzare a fondo per dare la priorità agli obiettivi fondamentali del corso.

