

**UNIVERSITÀ DI MODENA E REGGIO EMILIA**

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA "Enzo Ferrari"**

**Corso di Laurea in Ingegneria del Veicolo**

**Corso di Disegno di Carrozzeria e Componenti**

**PROGETTO DI DISEGNO DI CARROZZERIA**

*Ferrari 250 MACAE*



**Docente**

Prof. F. Ferrari

**Candidati**

Enrico Agostinelli

Andrea Carrato

Marco Spagnuoli

Alessandro Staine

Cinzia Tomaso

# INDICE

## Capitolo 1

1.1	Introduzione.....	3
1.2	Stile.....	4

## Capitolo 2

2.1	Normativa di omologazione.....	5
2.2	Volumetria del veicolo.....	5
2.3	Dispositivi di illuminazione.....	6
2.1.1	Proiettore abbagliante.....	7
2.1.2	Proiettore anabbagliante.....	7
2.1.3	Proiettore fendinebbia anteriore.....	8
2.1.4	Indicatori di direzione.....	8
2.1.5	Proiettore per la retromarcia.....	8
2.1.6	Luce di arresto.....	9

## Capitolo 3

3.1	Bozzetti.....	9
3.2	Disegni in scala 1:10.....	10

## Capitolo 4

4.1	Modifiche delle tavole in base alla normativa con il CAD.....	11
4.2	Modellazione delle superfici.....	12
4.3	Angoli di visibilità.....	13
4.4	Posizionamento Oscar e verifiche della normativa.....	14
4.5	Modifiche sulla vettura.....	16

## Capitolo 5

5.1	Scomposizione in pannelli e creazione di gruppi in CAD.....	18
-----	---	----

## **Capitolo 6**

<b>6.1</b>	Disegno dei componenti.....	19
<b>6.1.1</b>	Gruppo fanali anteriore e posteriore.....	19
<b>6.1.2</b>	Specchi retrovisori esterni.....	20
<b>6.1.3</b>	Griglie.....	21
<b>6.1.4</b>	Alloggiamento targhe.....	21
<b>6.1.5</b>	Scarichi.....	21
<b>6.1.6</b>	Estrattori.....	21
<b>6.1.7</b>	Tappo carburante.....	23

## **Capitolo 7**

<b>7.1</b>	Verifiche generali.....	23
------------	-------------------------	----

## **Capitolo 8**

<b>8.1</b>	Posizionamento radiatori sul layout.....	25
------------	--	----

## **Capitolo 9**

<b>9.1</b>	Messa in tavola e creazione delle sezioni.....	27
<b>9.2</b>	Dati tecnici.....	28

<b>Conclusioni</b> .....	29
--------------------------	----

# CAPITOLO 1

## 1.1 INTRODUZIONE

L'obiettivo del progetto sviluppato all'interno del corso di *Disegno di Carrozzeria e Componenti*, tenuto dal *Prof. Fabrizio Ferrari*, è stato quello di effettuare uno studio di carrozzeria sulla base del layout di una vettura caratterizzata dalla trazione posteriore e dal motore posto in posizione centrale-posteriore. Il punto cardine del progetto è stato la reinterpretazione, in chiave moderna, della *Ferrari 250 Le Mans*, vettura presentata nel 1963 al Salone dell'automobile di Parigi per prendere parte alla celebre *24 Heures du Mans*. La vettura originale, della quale ne vennero prodotti in totale 33 esemplari, era equipaggiata con un motore V12 montato longitudinalmente in posizione centrale. La ridotta mole di produzione fu giudicata dalla *Federation Internationale de l'Automobile* non sufficiente per concedere l'omologazione nella categoria Gran Turismo della gara di durata francese, la Ferrari 250 LM fu così costretta a gareggiare nella categoria prototipi, riportando comunque diverse affermazioni importanti. Nella progettazione della nuova carrozzeria il team di lavoro ha provato a mantenere quanto più possibile inalterate le forme classiche ed armoniose del modello originale, nel rispetto dei moderni standard di tecnologia e sicurezza.

*FERRARI 250 Le Mans*



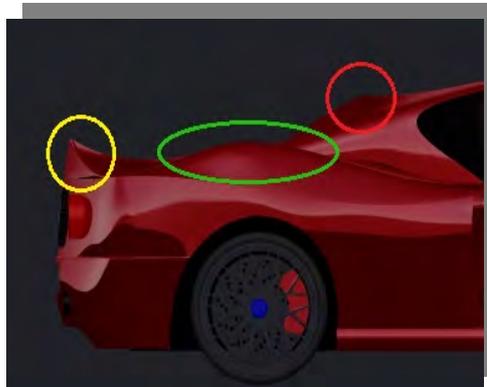
*FERRARI 250 Macae*



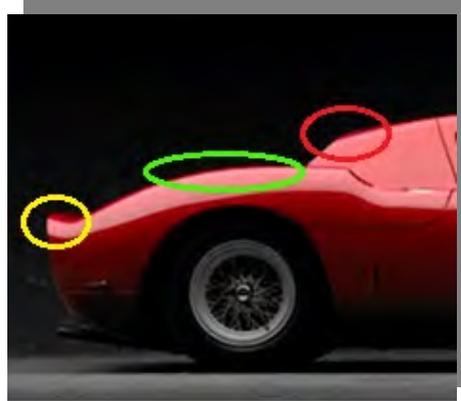
## 1.2 STILE

Per conservare lo stile della Ferrari 250 Le Mans, è stato deciso di riprendere alcuni elementi caratteristici di tale modello. Sono stati reinterpretati la "pinna" della zona del lunotto posteriore, lo spoiler posteriore, la particolare forma bombata dei passaruota, i fari posteriori e le linee morbide della carrozzeria. Il "Family Feeling", inteso come la caratterizzazione che una Casa Costruttrice effettua sui propri modelli per sottolineare l'appartenenza al marchio, è stato ripreso nella zona anteriore della vettura, la Ferrari 250 MACAE riprende infatti nel frontale la F430, modello prodotto dalla Casa di Maranello negli anni tra il 2004 ed il 2009 per sostituire la nota Ferrari 360 Modena.

*FERRARI 250 MACAE*



FERRARI 250 LM



## CAPITOLO 2

### 2.1 NORMATIVA DI OMOLOGAZIONE

Per far sì che la vettura sia omologabile su strada è stato necessario seguire una serie di norme di omologazione internazionali, che hanno condizionato la scelta di una serie di parametri e misure. La normativa impone valori quantitativi minimi o massimi e le conseguenti metodologie di prove per verificarli.

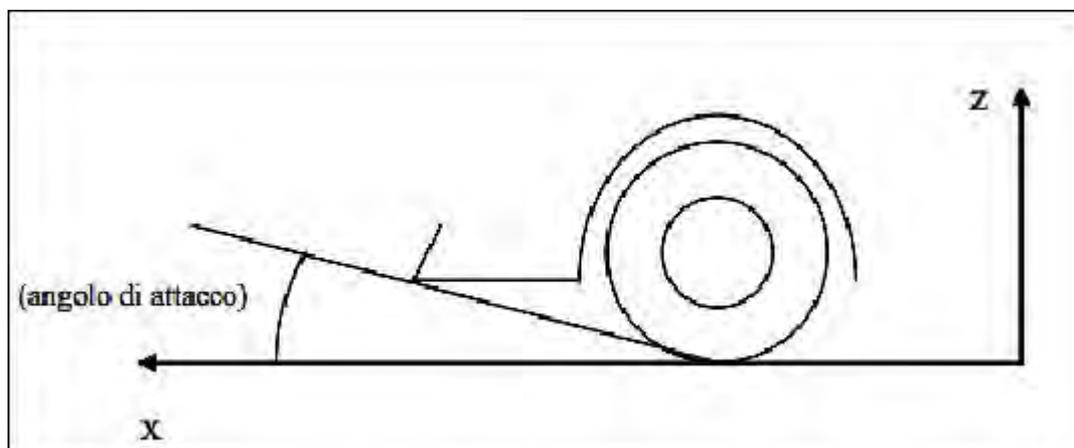
Le principali aree soggette a regolamentazione sono:

- Volumetria del veicolo;
- Dispositivi di illuminazione;
- Visibilità;
- Posizionamento del manichino regolamentare Oscar.

### 2.2 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:* indica la pendenza massima che un veicolo può avvicinare con le ruote senza che tocchi nessun'altra parte (paraurti, carrozzeria o organi inferiori). Il valore deve essere superiore a 7°.



*Angolo di uscita:* è simmetrico a quello di attacco. Anche in questo caso il valore deve essere superiore a 7°.

*Altezza minima da terra:* è la distanza dal suolo del punto più basso del veicolo. La normativa prevede il passaggio sotto la vettura di un parallelepipedo alto 120mm.

*Altezza minima da terra della zona deformabile (paraurti anteriore):* in caso d'urto frontale è necessario che la parte anteriore riesca ad assorbire i colpi e deformarsi progressivamente dissipando energia. La normativa prevede che in caso di urto frontale, la parte anteriore riesca ad assorbire i colpi deformandosi progressivamente dissipando energia; inoltre i gruppi ottici e le parti in lamiera non devono essere interessate dall'urto. La quota minima è fissata dalla normativa USA a 508mm, mentre la profondità della zona d'urto deve essere di almeno 200mm. In fase di omologazione per verificare il rispetto di tali quote si effettua la "Prova del pendolo", durante la quale una mazza rotante colpisce la vettura.

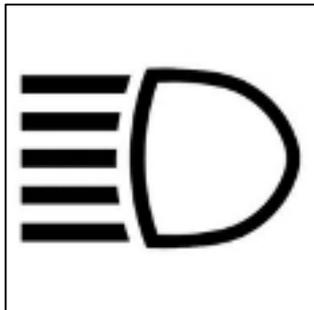
## 2.3 DISPOSITIVI DI ILLUMINAZIONE

I dispositivi di illuminazione ricoprono un ruolo fondamentale, in quanto il corretto posizionamento di essi è strettamente legato alla visibilità. I gruppi ottici, oltre ad essere

considerati organi di sicurezza e ad essere quindi soggetti a normative ben definite, costituiscono un elemento importante nello sviluppo e nella progettazione della carrozzeria. Comprendono:

- Luci abbaglianti;
- Luci anabbaglianti;
- Luci anteriori fendinebbia;
- Luci di posizione;
- Luci di segnalazione di cambio di direzione;
- Luci di retromarcia.

### **2.1.1 Proiettore abbagliante**



Non ci sono norme che dettano regole riguardo lo schema di montaggio e la posizione in altezza. Per quanto riguarda la visibilità geometrica si è tenuto 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.

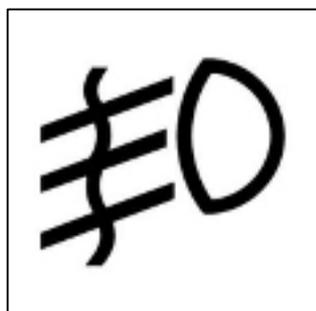
### **2.1.2 Proiettore anabbagliante**



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 stesso. I bordi interni delle superfici illuminanti devono essere distanti almeno 600 mm. Dal suolo bisogna rispettare un'altezza minima di 500 mm ed una massima di 1200 mm. La visibilità geometrica, presa in base al proiettore sinistro, è definita dall'angolo  $\alpha = 15^\circ$  verso l'alto e  $10^\circ$  verso il basso e dall'angolo  $\beta = 45^\circ$  verso l'interno e  $10^\circ$  verso l'esterno. Dato che i valori fotometrici richiesti per i proiettori anabbaglianti non coprono l'intero campo di visibilità geometrica si richiede, per l'omologazione del veicolo, un valore minimo di 1 cd nello spazio

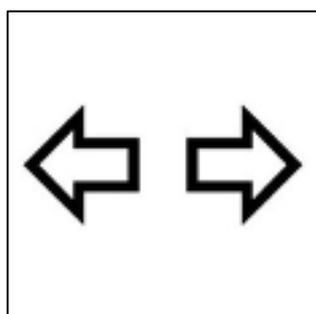
rimanente. La presenza di pareti o altro in prossimità del proiettore non deve provocare effetti secondari di disturbo per gli altri utenti della strada.

### **2.1.3 Proiettore fendinebbia anteriore**



La presenza del proiettore fendinebbia anteriore è facoltativa sui veicoli a motore e 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.

### **2.1.4 Indicatori di direzione**



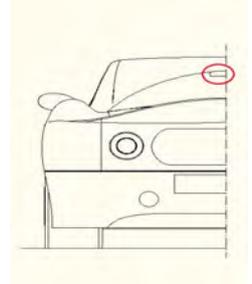
La presenza degli indicatori di direzione è obbligatoria su tutti i veicoli. I tipi di indicatori di direzione sono divisi in categorie (1,2 e 5), il cui montaggio su uno stesso veicolo forma uno schema di montaggio (A e B). Lo schema A si applica a tutti i veicoli a motore e prevede 2 indicatori di direzione anteriori e 2 posteriori, mentre lo schema B si applica solo ai rimorchi. In larghezza la distanza minima tra i bordi delle due superfici illuminanti deve essere 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 presenti. L'altezza dal suolo deve essere pari ad almeno 500 mm per gli indicatori di categoria 5, di almeno 350 mm per quelli delle categorie 1 e 2. Il limite massimo in altezza è invece di 1500 mm per tutte le categorie.

### **2.1.5 Proiettore per la retromarcia**

La sua presenza è obbligatoria su tutti i veicoli a motore, facoltativa sui rimorchi. Lo schema di montaggio non prevede nessuna specifica particolare, mentre per quanto riguarda la posizione la normativa prevede un vincolo in altezza. Dal suolo questa deve essere pari a minimo 250 mm e massimo 1200 mm. La visibilità geometrica è definita dagli angoli  $\alpha=15^\circ$  verso l'alto e  $5^\circ$  verso il basso,  $\beta=45^\circ$  a destra e sinistra se vi è una sola luce,  $45^\circ$  verso l'esterno e  $30^\circ$  verso l'interno se vi sono due luci.

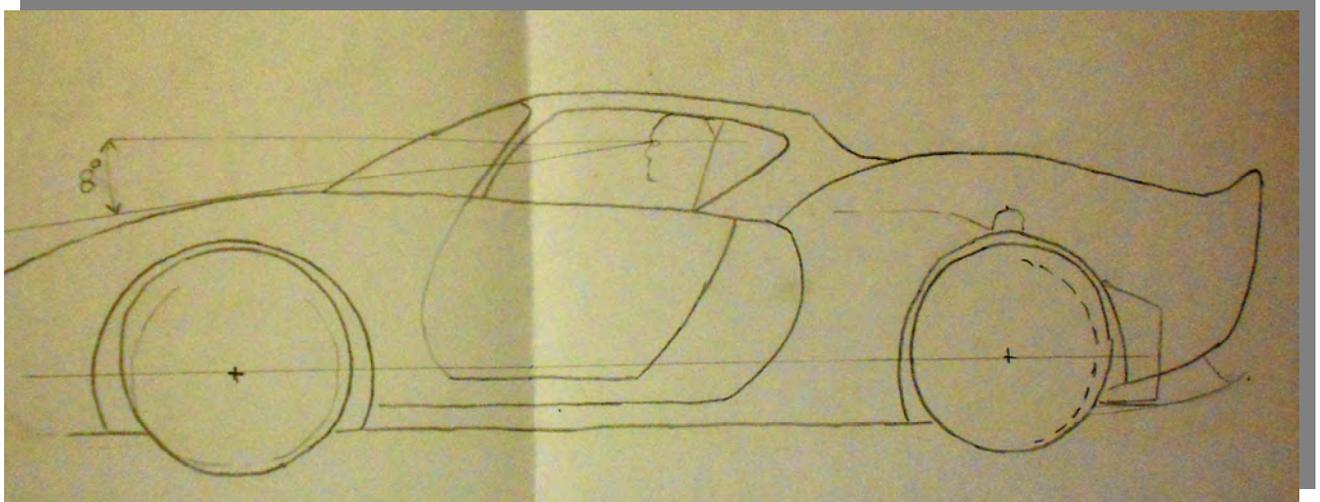
### 2.1.6 Luce di arresto

La presenza delle luci di arresto è obbligatoria su tutti i veicoli e ve ne devono essere 3. In larghezza vi devono essere almeno 600 mm fra le due luci; tale distanza può essere ridotta a 400 mm quando la larghezza "fuori tutto" del veicolo è inferiore a 1300 mm. In altezza la distanza minima dal suolo deve essere pari a 350 mm, quella massima pari a 1500 mm o 2100 mm se la forma della carrozzeria non permette di rispettare i 1500 mm. Il terzo stop è stato integrato nel lunotto posteriore.

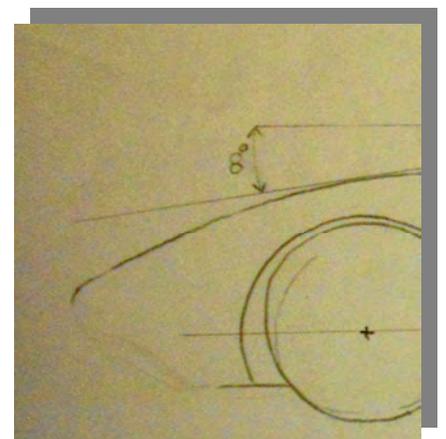


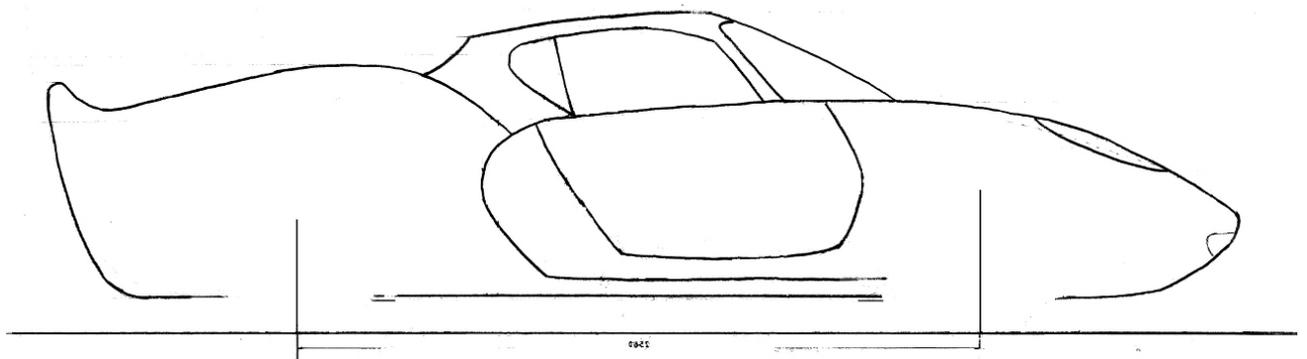
## CAPITOLO 3

### 3.1 BOZZETTI

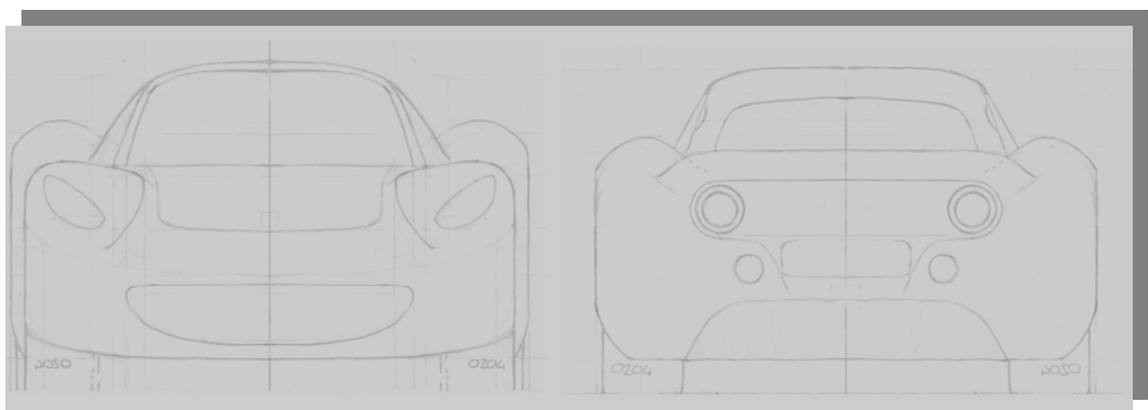
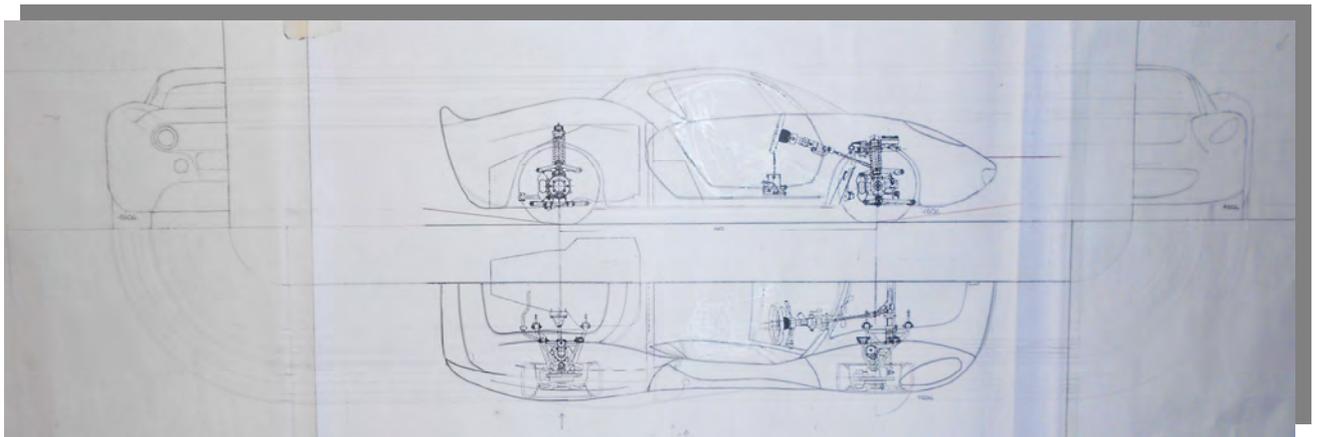


Dai bozzetti iniziali si evince chiaramente l'idea del team di riprendere le linee caratteristiche della Ferrari 250 LM. È risultato complesso trovare un'idea che reinterpretasse in chiave moderna il frontale e il posteriore della Ferrari 250 LM.





### 3.2 DISEGNI SCALA 1:10



# CAPITOLO 4

## 4.1 MODIFICHE DELLE TAVOLE IN BASE ALLA NORMATIVA CON IL CAD

Si è deciso di procedere modellando la carrozzeria tramite Catia, un software CAD della Dassault Systemes, che permette di realizzare un modello 3D al computer.

L'idea seguita dal team è stata quella di creare tavole 2D in ambiente CAD, partendo dai disegni realizzati a mano, per arrivare infine ad una modellazione 3D.

Una volta assegnate le mansioni ai vari membri del gruppo, dopo le ricerche preliminari sulla Ferrari 250 Le Mans, si è proceduto ad analizzare e ridisegnare su carta millimetrata il layout fornitoci in scala 1:5.

Sulla base di tale layout sono stati effettuati studi sugli ingombri di:

- Sospensioni;
- Piantone Sterzo;
- Motore e cambio;
- Serbatoio carburante;
- Radiatori acqua e olio;
- Parafiamma.

Si sono importate in ambiente CAD le tavole disegnate in scala 1:10 per permettere la corretta sovrapposizione con il layout.

In questa fase il team di lavoro si è focalizzato sull'assetto della Ferrari 250 MACAE, abbassandola di 13mm e quindi portandola ad un'altezza dal suolo di 127mm, il tutto per migliorare l'handling della vettura.

L'attenzione successivamente si è spostata sulle dimensioni del cofano posteriore, che non permetteva il corretto alloggiamento del propulsore.

Si è anche provveduto ad adattare le prese d'aria per i radiatori dell'olio posti sul retro delle vetture, più precisamente alle spalle del parafiamma.

Dopo tali modifiche, si è proceduto con la stampa delle 4 viste; chiaro è risultato lo stile diverso rispetto a quello emerso nei primi bozzetti. La vettura è sembrata essere meno aderente alle linee volute.

Manualmente sulle tavole stampate abbiamo apportato le modifiche necessarie a far riacquistare alla vettura lo stile desiderato, le quali hanno interessato:

- Le linee di cintura e dei passaruota anteriore e posteriore;
- Le linee del parabrezza e del tetto, il quale è stato più volte rivisto;
- La "pinna" del lunotto posteriore, in modo tale che si adattasse alle nuove linee della carrozzeria;
- Il vertice superiore dello spoiler posteriore che è stata resa più filante.

Prima di reimportare le tavole modificate in Catia ci si è accorti che il parafiamma creava interferenza con il passaruota posteriore, che è stato modificato riducendo l'ampiezza del canale realizzato tra il tetto ed il passaruota stesso.

Dopo le ultime verifiche si è proceduto alla scansione delle 4 viste.

I comandi fondamentali utilizzati in ambiente Catia in ordine cronologico sono i seguenti:

- "Create An Immersive Sketch" dell'ambiente Sketch Tracer per importare le immagini formato jpg in ambiente Catia;
- "Schizzo" dell'ambiente "Part Design" e dell'ambiente "Generative Shape Design" per la realizzazione di schizzi;
- "Curva 3D" dell'ambiente "FreeStyle" per la realizzazione di curve in ambiente 3D;
- Comandi di estrusione, taglia, relimita, intersezione, albero, riempi, ecc... presi dai vari ambienti Catia.

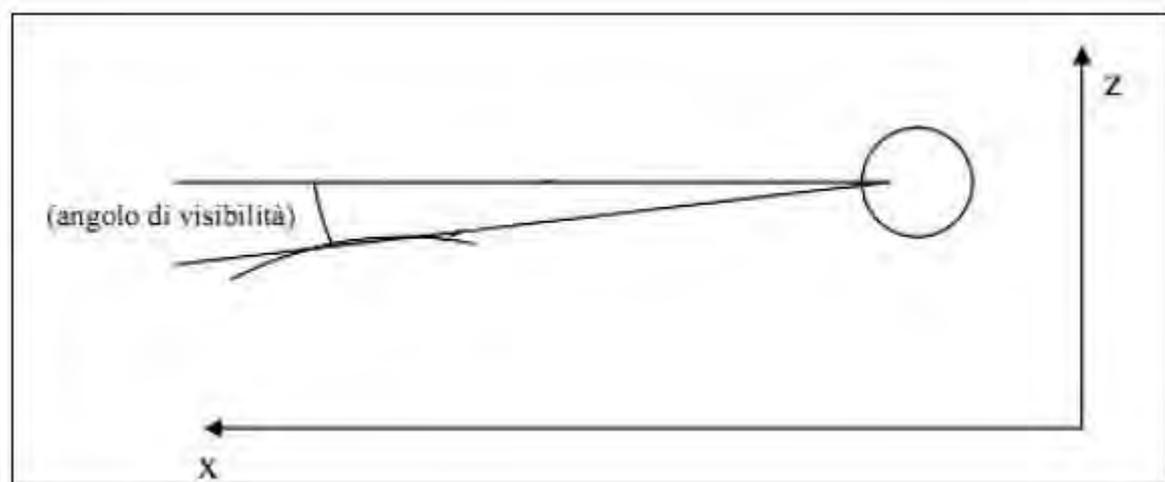
## **4.2 MODELLAZIONE DELLE SUPERFICI**

La modellazione delle superfici della carrozzeria della Ferrari 250 Macae è stata sviluppata negli ambienti "Generative Shape Design" e "FreeStyle" di Catia. Per prima cosa è stato riprodotto uno scheletro della vettura nello spazio attraverso i comandi Spline e Curva 3D, dal quale sono poi state create, con l'icona "riempimento", le superfici della carrozzeria. A

questo punto è stato necessario assegnare le tangenze tra le varie superfici, operazione non banale che ha richiesto la modifica della maggior parte delle curve 3D generate in precedenza. Tale modifica si è resa indispensabile in quanto, a causa dell'assegnazione delle tangenze, alcune superfici assumevano forme indesiderate e decisamente poco armoniose. Alcuni problemi, data anche l'inesperienza della totalità dei componenti del team con il software CAD utilizzato, è stata l'interazione con il software stesso. Nella modellazione delle superfici, tramite il software Catia, il team è stato in alcune occasioni costretto a modificare e a ridisegnare le linee 3D perimetrali delle superfici. Tale si è reso necessario per far assumere alla vettura le linee desiderate.

### 4.3 ANGOLI DI 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.



Tale misura non può assumere un valore inferiore a  $5^\circ$  e almeno in un punto deve superare i  $7^\circ$ . Sono tre i valori fondamentali a determinare questo parametro: la posizione di guida del pilota (valutata in base al suo punto di vista), la posizione del curvano (altezza dalla base del parabrezza all'altezza del cruscotto) e la forma del muso della vettura.

L'angolo di visibilità in direzione orizzontale deve essere superiore a 15° verso il montante sinistro e superiore a 45° verso il montante destro (considerando Oscar un monocolo).

#### 4.4 POSIZIONAMENTO OSCAR E VERIFICHE DELLA NORMATIVA

La normativa in vigore pone dei severi limiti sull'abitabilità della vettura e sul posizionamento del manichino regolamentare Oscar.



Per il posizionamento del manichino Oscar si è innanzitutto tenuto conto dei vincoli imposti dal layout e in base a questi si è posizionato il punto H, che rappresenta l'intersezione, su un piano longitudinale, dell'asse teorico di rotazione che esiste fra le cosce e il tronco di un corpo umano rappresentato dal manichino. Secondo la normativa, per ogni determinazione del punto H e dell'angolo effettivo di inclinazione dello schienale, il sedile deve essere considerato nella posizione di guida o nella posizione di utilizzazione normale più bassa e più arretrata prevista dal costruttore del veicolo.

Il primo step ha interessato la cancellazione, attraverso il programma di grafica Adobe Photoshop CS5, del manichino dal layout fornitoci, in quanto dimensionato in base al novantesimo percentile e posizionato in modo non corretto rispetto alle caratteristiche richieste.

In seguito si è passati ad individuare la giusta posizione del punto H e a modificare, in base a questo, la posizione del sedile Sparco R700P. A questo punto, tramite il workbench "Sketch Tracer", sono state importate la vista laterale e la vista in pianta del layout in ambiente Catia (Dassault Systemes), posizionando su questa il manichino al cinquantesimo percentile della popolazione americana, preso dal workbench "Human Builder".



Sulla vettura in esame l'angolo effettivo di inclinazione, misura  $18^\circ$ , mentre la distanza dal punto di appoggio sul sedile rispetto al pianale della vettura è pari a 139 mm. Quest'ultima altezza permette l'installazione di un sedile con l'imbottitura idonea a garantire un comfort idoneo per una vettura da Gran Turismo. Inoltre l'intero sistema di regolazione del sedile ha inciso in modo sostanziale sulla linea del tetto, il quale non presenta una forma molto rastremata per via dei vincoli imposti dalla normativa circa il posizionamento di Oscar.

Nella sistemazione del manichino ha giocato un ruolo importante la determinazione della zona d'urto della testa, la quale comprende tutte le superfici non vetrate dell'interno di un veicolo che possono entrare in contatto staticamente con la testa del manichino. Per soddisfare tale limite il rispetto dei vincoli imposti dal crash test ha inoltre imposto di posizionare Oscar in modo che questo, ruotando su stesso, non urti nessuna parte del veicolo e che vi sia uno spazio di almeno 150 mm oltre la testa rispetto alla superficie laterale. Questo ha portato a dover alzare il tetto e avanzare il montante di qualche mm rispetto al primo bozzetto del disegno per soddisfare le citate specifiche tecniche. Tali modifiche hanno influito sulla forma e sullo stile del parabrezza, ma poiché non convincevano dal punto di vista del design, si è pensato di far scendere il parabrezza al di sotto della linea del cofano anteriore.

Di seguito è riportato uno screenshot che illustra le eventuali zone di interferenza fra manichino e vettura:





Successivamente sono illustrate le coordinate del manichino, considerando l'asse X positivo nel verso di avanzamento del veicolo, l'asse Y positivo verso l'estremità sinistra e l'asse Z è verticale ascendente. L'origine del sistema di assi cartesiani è l'intersezione tra il piano di mezzzeria, il fondo vettura ed il piano ortogonale al suolo passante per l'asse anteriore.

Misure in base al punto H:

- $X = -1171\text{mm}$
- $Y = 336\text{mm}$
- $Z = 245\text{mm}$

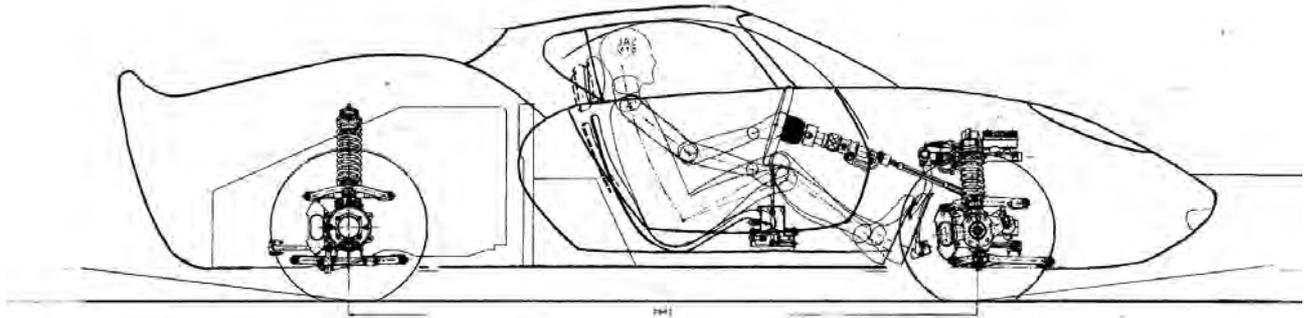
Misure in base all'occhio:

- $X = -1232\text{mm}$
- $Y = 324\text{mm}$
- $Z = 917\text{mm}$

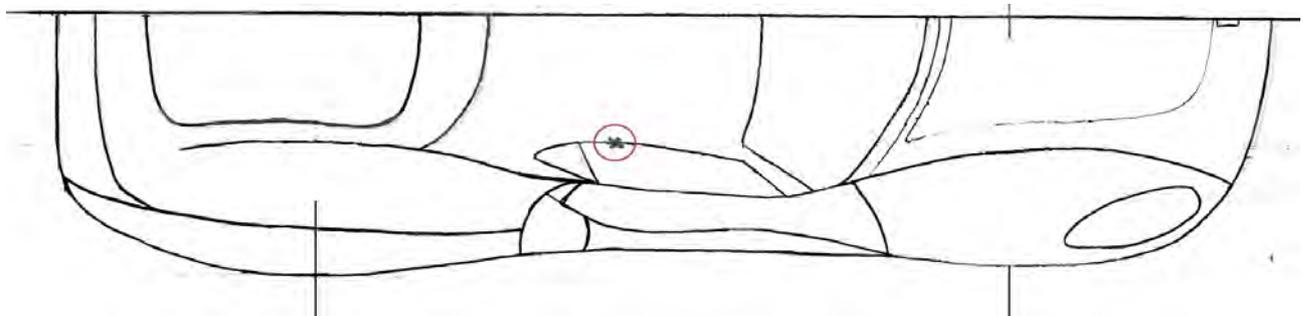
## 4.5 MODIFICHE SULLA VETTURA

Il posizionamento del manichino regolamentare Oscar ha influito in modo massiccio sulla linea complessiva della carrozzeria. Rispetto ai primi bozzetti, uno dei quali è rappresentato nell'immagine seguente, si nota che il tetto è stato alzato e che il montante

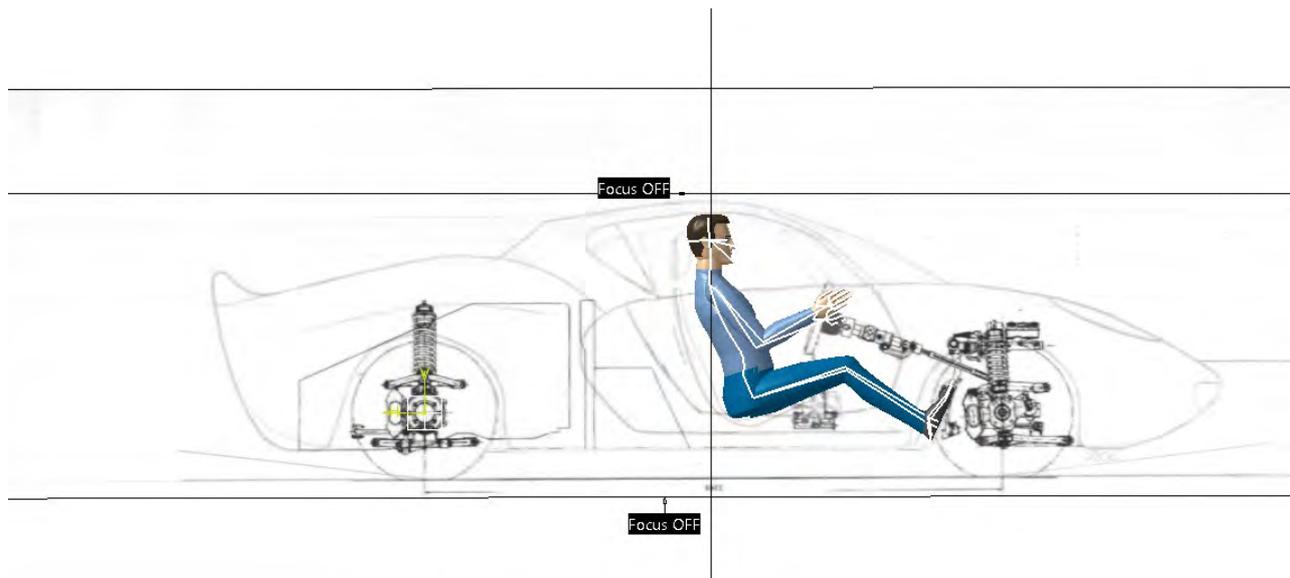
del parabrezza anteriore è stato avanzato. Nella versione definitiva della Ferrari 250 Macae, dimensionata in base al manichino fornito da Catia al cinquantesimo percentile della popolazione americana, anche il sedile ha subito delle modifiche roto-traslatorie rispetto agli assi di riferimento.



Nel seguente bozzetto è visibile la modifica che il team ha dovuto apportare per rispettare i 150mm di spazio tra la testa del manichino e la superficie vetrata laterale che la norma impone. Inizialmente questa condizione risultava non soddisfatta.



La seguente immagine mostra come Oscar sia stato modificato rispetto alla posizione iniziale, la quale non permetteva il corretto posizionamento del manichino, in seguito all'interferenza che si creava tra gambe e volante.

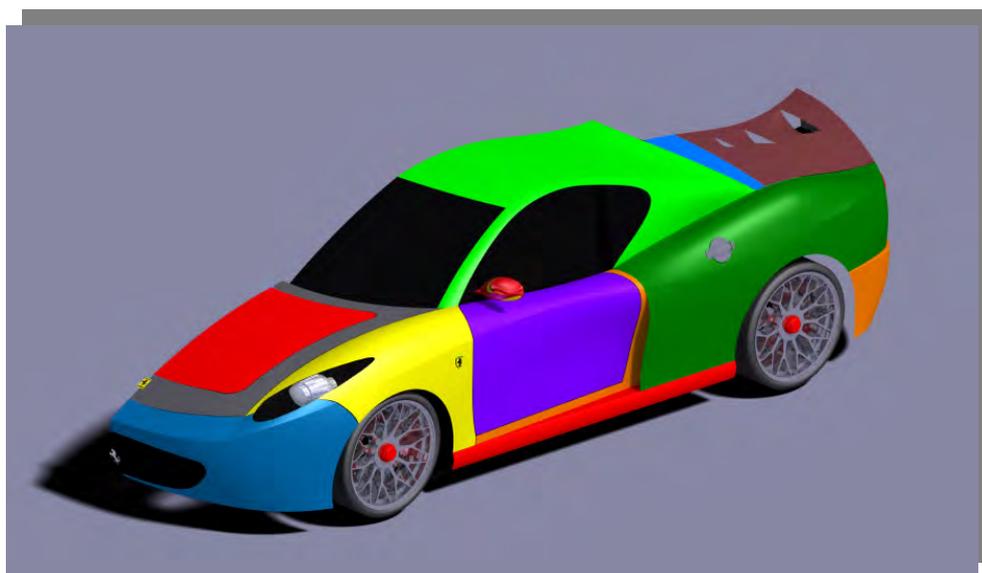


## CAPITOLO 5

### 5.1 SCOMPOSIZIONE IN PANNELLI E CREAZIONE DI GRUPPI IN CAD

Durante la realizzazione del progetto il Team ha posto anche l'attenzione sulla effettiva realizzazione della vettura, scomponendola in pannelli assemblabili fra di loro.

Di seguito è riportato uno screenshot della vettura con i pannelli contraddistinti da colori diversi.



Particolare attenzione è stata posta alla concreta possibilità di montaggio dei vari pannelli evitando ogni possibile interferenza. In allegato è presente una cartella contenente le immagini raffiguranti i singoli elementi della carrozzeria.

## CAPITOLO 6

### 6.1 DISEGNO DEI COMPONENTI

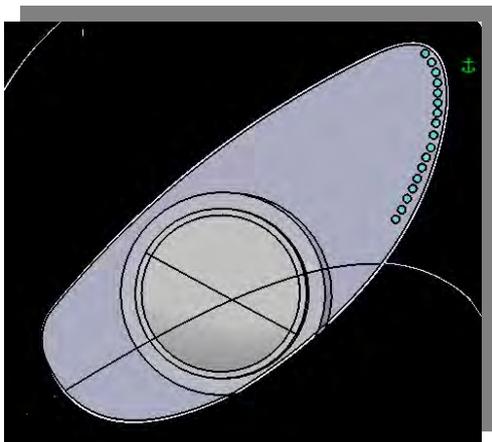
La progettazione :

- Dei gruppi ottici anteriori e posteriori;
- Degli indicatori di direzione laterali;
- Delle griglie per la protezione dei radiatori;
- Degli specchi retrovisori;
- Dell'alloggiamento delle targhe;
- Del gruppo scarichi motore;
- Dell'estrattore posteriore e splitter anteriore per migliorare l'aerodinamica;
- Del tappo del serbatoio carburante;

è stata seguita separatamente dalla progettazione della carrozzeria in maniera tale da porre l'attenzione su ogni componente rispettando le normative e infine da assemblare il tutto sulla vettura.

Di seguito vengono descritti in maniera sintetica i punti analizzati per ogni singolo componente.

#### **6.1.1 Gruppo fanali anteriore e posteriore**

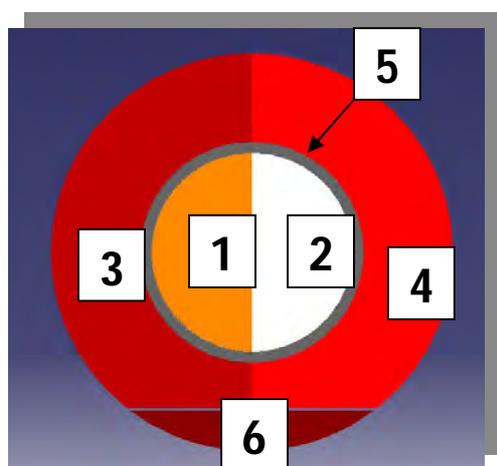


La progettazione dei gruppi ottici anteriori segue una normativa ben precisa, analizzata all'inizio della tesina. Una volta posizionato il proiettore anabbagliante in modo che rispettasse tutti i punti della norma, si è proceduto alla realizzazione di un fanale che seguisse lo stile desiderato. Si è optato per

una forma allungata, che desse slancio e rendesse più aggressive le linee del frontale della Ferrari 250 MACAE.

Nel gruppo fanale anteriore sono stati previsti spazi ed alloggiamenti per luci diurne (LED) e indicatori di direzione.

L'utilizzo dei fari diurni nasce dall'esigenza di rendere più visibile la vettura anche quando i proiettori anabbaglianti sono spenti. Poiché gli indicatori di direzione sono integrati nel fanale per aumentare la visibilità degli stessi, si è previsto un sistema che diminuisce l'intensità luminosa dei led diurni quando gli indicatori di direzione vengono azionati.

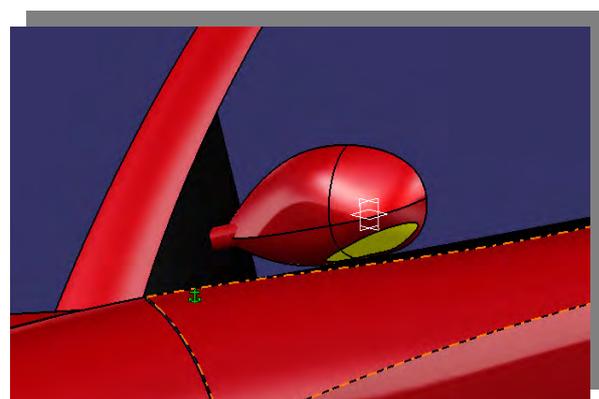


La scelta dello stile dei gruppi ottici posteriori è stata interpretata dal team in stile retrò con l'implementazione della moderna tecnologia LED. Inoltre, per cercare di mantenere il più semplice possibile la linea della Ferrari 250 MACAE, si è deciso di inglobare nel faro posteriore:

- l'indicatore di direzione contraddistinto nell'immagine con il numero 1;
- il proiettore per la retromarcia contraddistinto nell'immagine con il numero 2;
- la luce di arresto contraddistinta nell'immagine con il numero 3;
- la luce di posizione posteriore contraddistinta nell'immagine con il numero 4;
- il proiettore fendinebbia posteriore contraddistinto nell'immagine con il numero 5;
- il catadiottro posteriore contraddistinto nell'immagine con il numero 6.

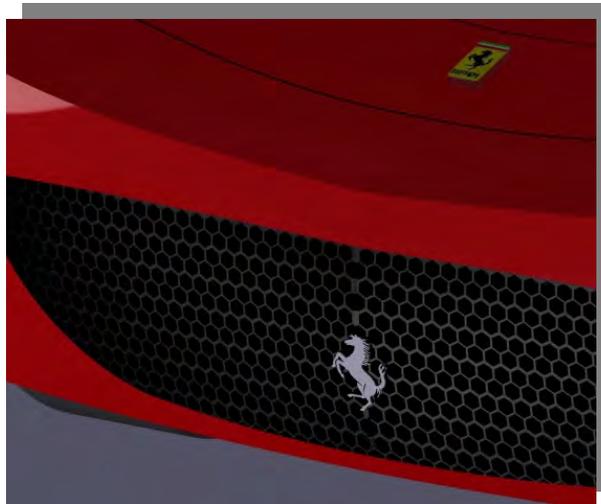
La terza luce freno è stata integrata nel lunotto posteriore.

### 6.1.2 Specchi retrovisori esterni



Gli specchi retrovisori laterali inglobano gli indicatori di direzione laterali e, nella parte inferiore, i comandi per l'apertura degli sportelli, così da snellire maggiormente la linea della fiancata.

### **6.1.3 Griglie**



Tutte le griglie per la protezione dei radiatori dell'acqua e dell'olio sono state realizzate seguendo una trama a "nido d'ape". Le griglie sono posizionate sulla parte anteriore e posteriore della Ferrari 250 MACAE. Nella parte centrale delle griglie sono stati installati dei fregi rappresentati il "Cavallino Rampante", emblema della Casa di Maranello.

### **6.1.4 Alloggiamento targhe**

Per l'alloggiamento delle targhe il team ha pensato di realizzare un incasso per la targa posteriore nella zona centrale del paraurti, con relativa installazione delle luci per l'illuminazione, mentre per la targa anteriore è stata installata una piastra metallica nella zona centrale del paraurti anteriore.

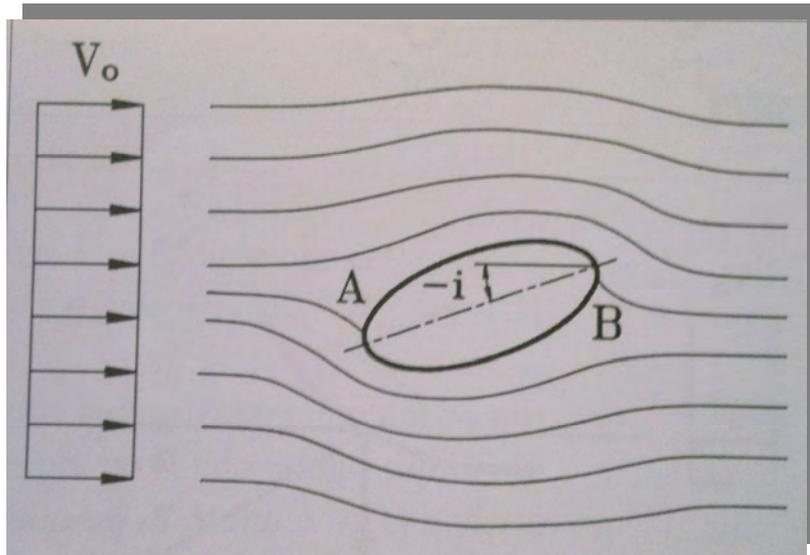
### **6.1.5 Scarichi**

L'idea per la realizzazione dello scarico è stata quella di seguire quanto più possibile la progettazione della Ferrari 250 LM: si è quindi deciso di installare una doppia canna di forma cilindrica.

### **6.1.6 Estrattori**

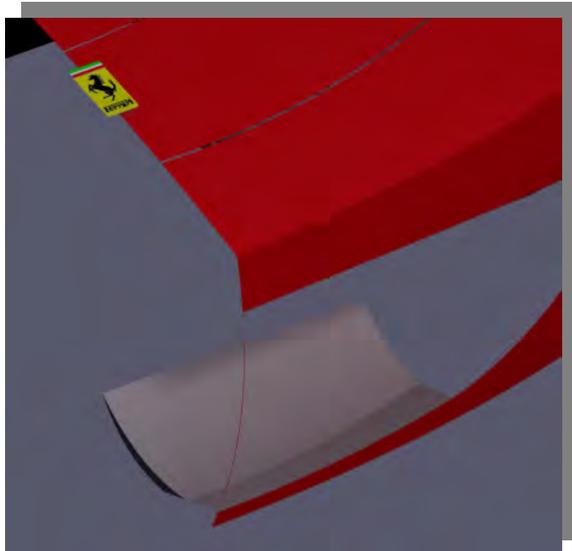
Per quanto riguarda la progettazione dell'estrattore posteriore e dello splitter anteriore il team ha eseguito una breve ricerca sui concetti fondamentali dell'aerodinamica.

Per la spiegazione della portanza e della deportanza, si assuma di immergere un corpo privo di angolosità in un fluido e se ne valuti la circuitazione creata.



Il corpo viene rappresentato con una data inclinazione, cosicché il suo asse formi un angolo di incidenza negativo, rispetto alla direzione della velocità indisturbata  $V_0$ . E' facile notare che le linee di corrente, dal punto A d'ingresso al punto B d'uscita, non sono simmetriche, ma presentano una notevole differenza di velocità e di pressione.

La deportanza ottenuta è data dalla somma tra la sovrappressione della parte superiore e la depressione della parte inferiore del profilo.



Per questi ovvi motivi il team ha scelto di installare nella griglia anteriore uno splitter con un opportuno angolo di inclinazione (negativo) per aumentare la deportanza.

Per quanto riguarda l'estrattore posteriore si è optato per una soluzione non molto invasiva, per evitare di rovinare la linea della vettura, quindi si è scelto un estrattore piatto che si

adattasse agli ingombri del motore.

### 6.1.7 Tappo carburante



Elemento di stile installato nella Ferrari 250 MACAE risulta la rivisitazione del "Tappo carburante Monza", effettuata dal team tramite l'ausilio del software CATIA.

Una volta realizzati tutti i componenti sopra elencati, tramite l'ambiente CATIA "Assembly design" si è proceduto all'assemblaggio di tutti i pezzi alla carrozzeria.

## CAPITOLO 7

### 7.1 VERIFICHE GENERALI

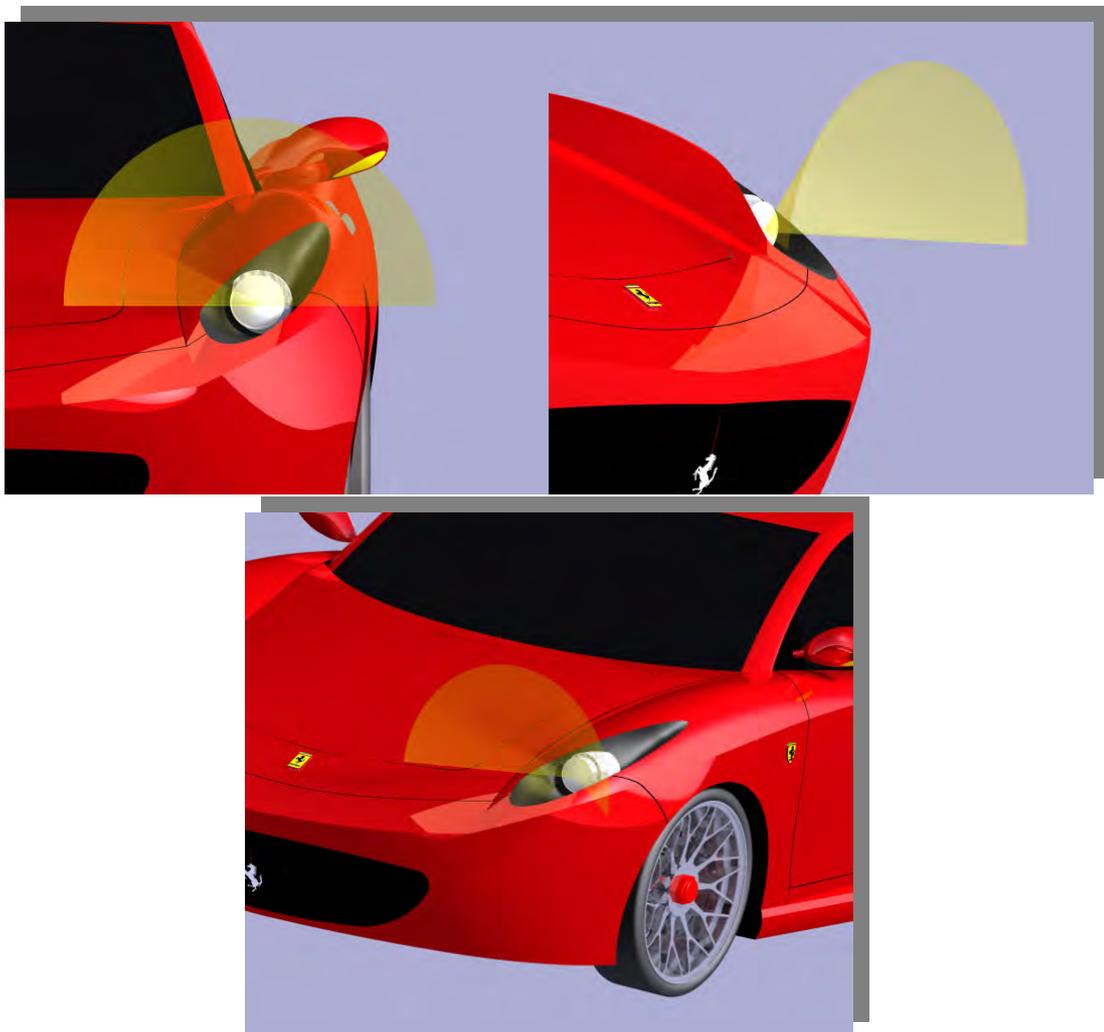
Una volta ultimato il progetto con la realizzazione della vettura 3D e di tutte le viste intavolate, si è verificato il rispetto di tutte le normative analizzando:

- l'altezza della vettura dal suolo;
- gli angoli di attacco;
- gli angoli di visibilità di Oscar;
- altezza del sedere dal fondo del veicolo di Oscar;
- inclinazione del busto di Oscar;
- determinazione delle zone d'urto longitudinali e trasversali di Oscar;
- analisi aerodinamica del lunotto posteriore;
- altezza fari;
- angoli del fascio luminoso.

Le verifiche dell'altezza e degli angoli d'attacco della vettura sono state effettuate direttamente sul prospetto laterale della vettura.

Per quanto riguarda la verifica degli angoli di visibilità e dell'altezza dal fondo auto di Oscar ci si è serviti del prospetto laterale e della pianta. Per esser certi di rispettare l'inclinazione del busto e la determinazione delle zone d'urto ci si è invece affidati al software CATIA. Il team ha proceduto nel disegnare un cilindro, per poi estruderlo, avente come raggio la distanza tra il punto H e l'estremo della testa. In maniera analoga si è realizzato un altro cilindro avente come raggio la circonferenza della testa più altri 150mm per verificare lo spazio laterale a disposizione per Oscar. Una volta fatto questo, è stato banale verificare le interferenze che si venivano a creare fra cilindri e vettura.

Per la verifica del fascio luminoso degli anabbaglianti e della loro altezza dal suolo è stato utilizzato il software CATIA che ha portato al seguente risultato:



Si evince chiaramente che non esiste interferenza.

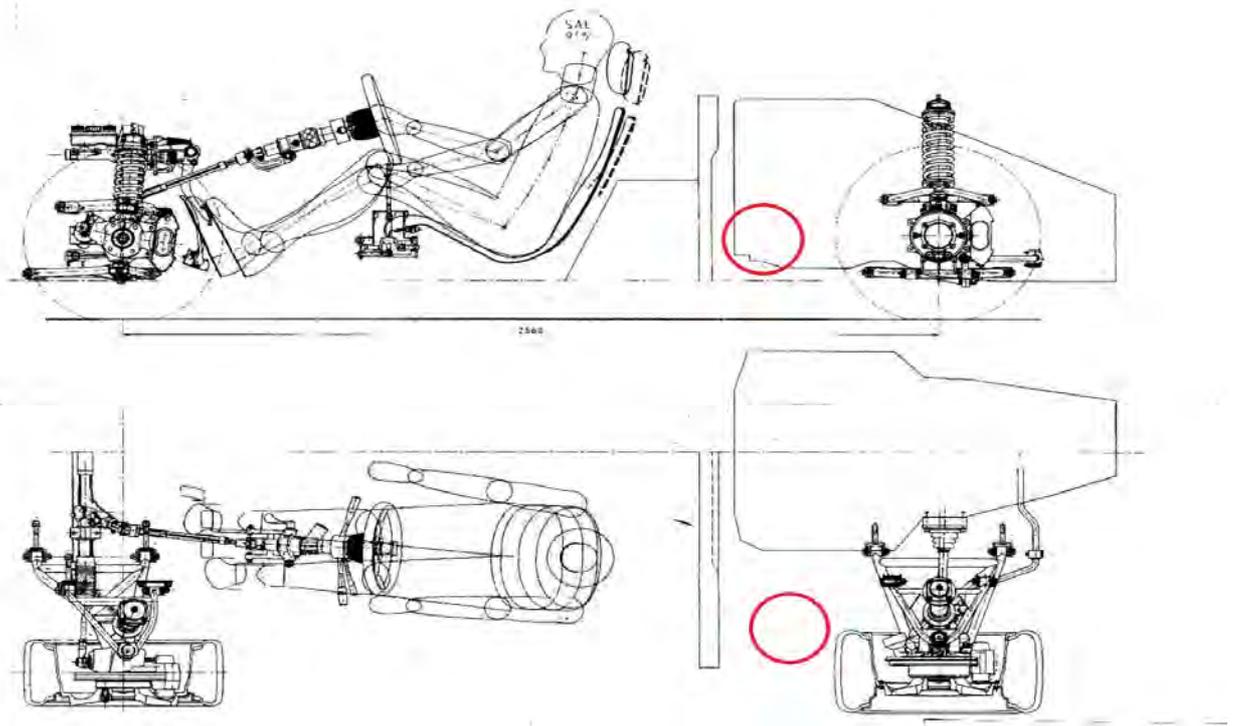
Infine è stata effettuata una breve analisi aerodinamica sul lunotto posteriore. Ci si è accorti che fra la "pinna" del tetto e il lunotto si venivano a creare dei vortici che avrebbero portato ad un effetto "paracadute" oltre che a fastidiosi rumori. Necessaria è risultata la modifica del lunotto posteriore per risolvere questi problemi riscontrati.



## CAPITOLO 8

### 8.1 POSIZIONAMENTO RADIATORI SUL LAYOUT

In questa fase il team di lavoro ha studiato dove potessero essere piazzati i radiatori per il raffreddamento dell'acqua e dell'olio. Dopo aver attentamente analizzato il layout della vettura si è deciso di posizionare quello per l'olio nella zona compresa tra il parafiamma ed il motore, come evidenziano gli screenshot seguenti.



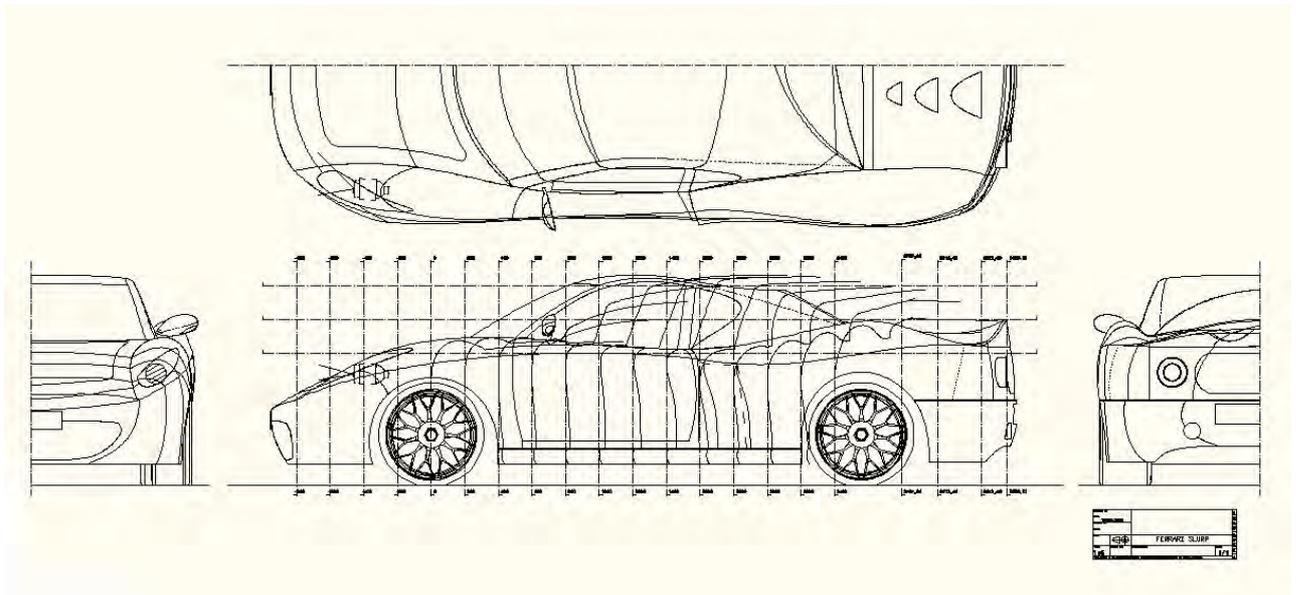
I radiatori per il raffreddamento dell'acqua sono stati posizionati nella zona anteriore della vettura. Per far sì che i radiatori operino al meglio e per evitare perdite fluidodinamiche, è necessario garantire una corretta direzionalità del flusso d'aria. Nel percorso compiuto dal fluido non devono essere presenti deviazioni o irregolarità che andrebbero a minare l'efficienza degli scambiatori. Per il convogliamento dell'aria è stato pensato un tunnel nella zona laterale della vettura, progettato per trasportare il fluido in modo ottimale verso la zona dei radiatori.



# CAPITOLO 9

## 9.1 MESSA IN TAVOLA E CREAZIONE DELLE SEZIONI

L'ultimo step ha riguardato la messa in tavola e la realizzazione delle sezioni trasversali, perpendicolari all'asse X e ribaltate a 90°. La messa in tavola è stata realizzata attraverso il comando "Drafting" del workbench Mechanical Design. Una volta definita la vista principale, individuata in quella laterale, si sono ricavate le viste ortogonali, così da avere sul foglio, in scala 1:5, la vista in pianta e le viste dell'anteriore e del posteriore. Successivamente sono state realizzate le sezioni trasversali, equispaziate di 200mm e con origine nell'intersezione tra piano di mezzeria della carrozzeria e asse di rotazione delle ruote anteriori. L'asse X è stato preso, come da normativa Standard SAE J670 - Vehicle Dynamics Terminology -, nel piano di mezzeria, orizzontale e rivolto in verso opposto al senso di marcia, l'asse Z verticale e rivolto verso l'alto. Le sezioni trasversali della vettura hanno permesso di rendere visibili e chiari particolari che altrimenti sarebbero stati di difficile interpretazione.



## 9.2 DATI TECNICI

Lunghezza	4400mm
Larghezza	1940mm
Passo	2560mm
Sbalzo Anteriore	953mm
Sbalzo Posteriore	924mm
Carreggiata Anteriore	1836mm
Carreggiata Posteriore	1909mm
Angolo d'attacco	8°
Angolo d'uscita	11°

## CONCLUSIONI

Il progetto ha riguardato lo studio di carrozzeria basato sulla reinterpretazione di un modello storico della Casa di Maranello, la Ferrari 250 Le Mans. Il team di lavoro ha provato a mantenere quanto più possibile inalterati i tratti caratteristici della vettura nata nel 1963, ed anche nel nome si è voluta garantire una certa continuità col passato. Le restrittive norme di omologazione e le moderne tecnologie, perfettamente integrate allo stile *retrò* della Ferrari 250 Macae, hanno talvolta spinto a riconsiderare e riprogettare parte di alcuni elementi della vettura. I compromessi dovuti agli standard di sicurezza non hanno però minato lo stile della 250 Macae, fortemente ispirata alla sua progenitrice. L'obiettivo perseguito è stato quello di fornire alla vettura progettata un'anima meno *corsaiola* rispetto alla Ferrari 250 Le Mans, auto sportiva ma estremamente elegante, nata per essere competitiva sul *Circuit de la Sarthe*, sede della prestigiosa *24 Heures du Mans*. Le difficoltà incontrate in sede di sviluppo non state poche e hanno evidenziato quanto possa essere arduo lavorare in team e portare a termine il complesso processo di creazione di una vettura.