

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MODENA E REGGIO EMILIA

Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Veicolo

Disegno Di Carrozzeria

Docente: Ing. Fabrizio Ferrari

Studenti:

Alessandro Berti

Sebastiano Breda

Nicola Giovannoni

Alessandro Iobbi

Rivisitazione basata su: Ferrari 250 Le Mans Berlinetta 1964



Ferrari  
SSS



# Indice

Premessa.....	3
1. Scelte stilistiche e primi bozzetti.....	5
2. Analisi del layout di base.....	7
2.1. Definizione degli ingombri generali.....	7
2.2. Oscar: posizionamento e verifiche per l'omologazione.....	8
3. Generazione della carrozzeria.....	9
3.1. Linee generali.....	9
3.2. Gruppi ottici anteriori.....	13
3.3. Gruppi ottici posteriori.....	14
3.4. Cofano anteriore.....	15
3.5. Condotti aria e radiatori.....	16
3.6. Dispositivi di visione indiretta.....	20
4. Modellazione al CAD CatiaV5.....	23
5. Tagli di carrozzeria.....	25
6. Caratteristiche tecniche della nuova vettura.....	27
Conclusioni.....	28
Appendice 1 – Faro anabbagliante Hella.....	29
Appendice 2 – Piani di forma.....	30

## Premessa

Il progetto della carrozzeria che equipaggia la Ferrari SS parte dall'idea di rivisitare lo storico modello Ferrari 250 Le Mans Berlinetta 1964, sviluppando una berlinetta due posti con motore centrale, in onore a Sergio Scaglietti, Designer di carrozzeria legato alla storia della prestigiosa azienda automobilistica di Maranello.



Il lavoro assegnato poteva essere interpretato in più modi: il restyling infatti è una operazione delle case produttrici di automobili che si basa sul successo del modello di partenza già presente sul mercato, e può essere svolto ammodernando le linee già definite di una vettura (spesso praticato su vetture di produzione recente), o ridisegnandola completamente in chiave moderna (orientata alla rievocazione di vetture più datate).

Nello sviluppo del nostro progetto abbiamo seguito la seconda strada: infatti è prevalsa l'idea di realizzare uno stile completamente nuovo che richiamasse però in alcuni dettagli ben definiti il modello di ispirazione, piuttosto che procedere al restyling basandosi sulla linea già definita dal modello del 1964.

Il progetto è partito da un layout base di riferimento che simula i principali ingombri di una vettura stradale della categoria berlinetta/2 posti: il gruppo propulsore-trasmissione in posizione centrale, le ruote e i relativi organi di sospensione, parte del telaio, sterzo e pedaliera.

Da un lato è stata posta l'attenzione allo stile: seguendo il tipico iter per la progettazione di una carrozzeria siamo partiti da semplici idee stilistiche, disegnando bozzetti a mano della vettura vista in più angolazioni, senza farci limitare dai vincoli tecnici. In questa fase infatti l'obiettivo è quello di ottenere una riproduzione più qualitativa che quantitativa, che definisca l'estetica della vettura così come concepita dalla mente creativa del designer. Dall'altro lato a partire dal layout fornito sono stati definiti i principali punti cruciali nel rispetto delle norme di omologazione: il posizionamento del manichino Oscar, la localizzazione dei gruppi ottici all'anteriore e al posteriore, gli ingombri di massima della vettura, il posizionamento delle parti mobili. Questa fase pone l'attenzione sul piano dell'engineering e della sicurezza, dato che il concept iniziale andrà ottimizzato, verificato e vagliato più volte in ogni suo aspetto, finché non saranno soddisfatti tutti i requisiti fondamentali di sicurezza, di omologazione e di produzione (su piccola o larga scala, in

base alla categoria di appartenenza della vettura). Un ulteriore aspetto di fondamentale importanza è rappresentato dalla possibilità di svolgere le attività servendosi degli strumenti CAD/CAE, secondo il moderno approccio di progettazione industriale: In particolare la modellazione 3D della carrozzeria, a partire dai dati di un disegno tecnico 2D, permette di superare i limiti della rappresentazione in proiezione, ottimizza i tempi di modifica degli elementi del progetto, permette di eseguire verifiche sull'accoppiamento e sui cinematismi degli elementi e, in un'eventuale fase di produzione, permette di implementare simulazioni e ottenere dati gestibili direttamente dai sistemi di produzione. Il fulcro del successo di tale lavoro quindi sarà quello di creare il giusto connubio tra tecnica e stile, trattandosi di un prodotto (la carrozzeria) di forte impatto visivo e allo stesso tempo di complessità funzionale, laddove si interfaccia col resto del veicolo e con il conducente e i passeggeri.

# 1. Scelte stilistiche e primi bozzetti

La prima fase del progetto prevede una delle attività più importanti: la scelta dello stile della futura vettura. Per questo abbiamo realizzato alcuni bozzetti di stile fatti a mano (Figura 1.1), valutando le diverse alternative proposte dai membri del gruppo, per arrivare alla scelta del concept di partenza.

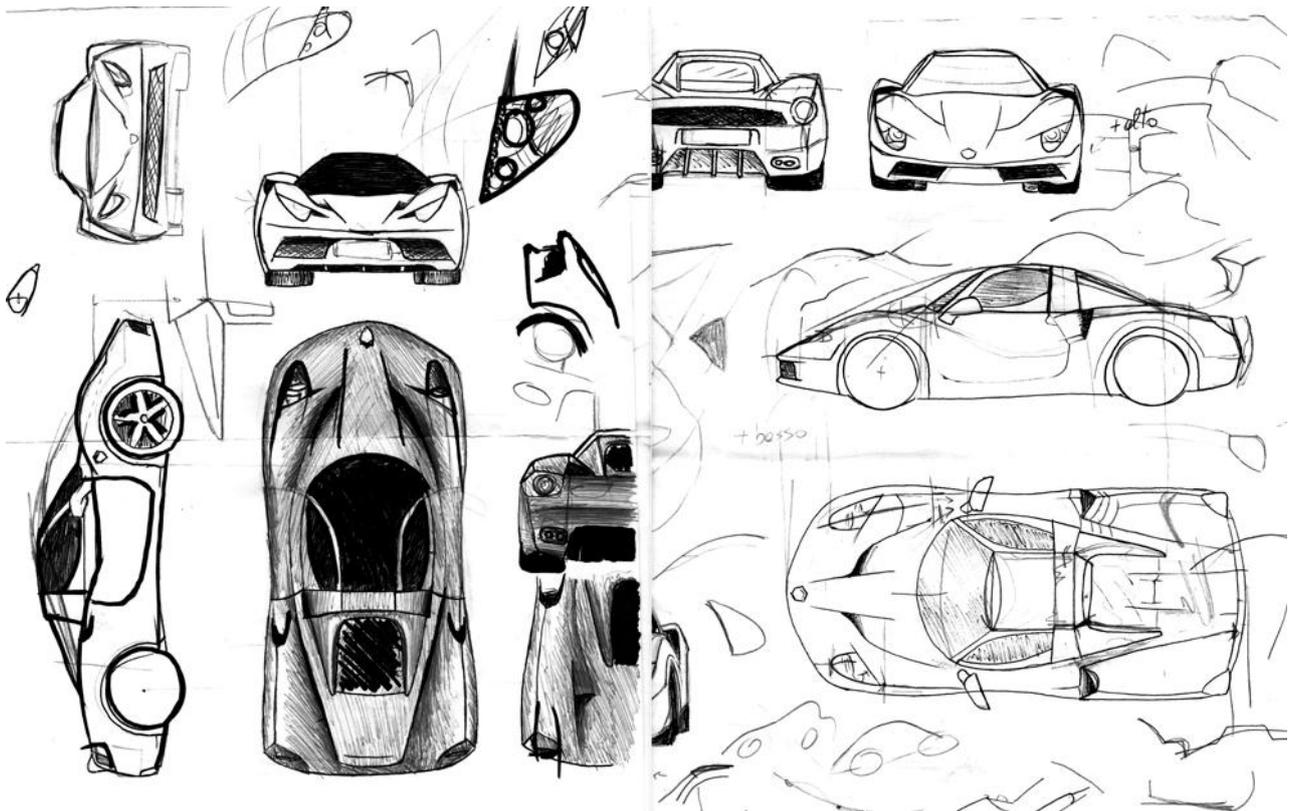


Figura 1.1: prima serie di bozzetti

Dal concept scelto (Figura 1.2) si nota immediatamente, rispetto alla 250 Le Mans, una rielaborazione della disposizione dei volumi, in modo da uniformare e snellire il profilo che dal musetto corre su tutto il veicolo fino alla coda, questo grazie al prolungamento e l'ispessimento delle vele laterali che costeggiano il vano motore. I gruppi ottici si mantengono tondi al posteriore, rispettando il family feeling di casa Ferrari, mentre all'anteriore assumono una forma più tagliata, con spigoli vivi che rendono più moderne le linee del frontale della vettura. Le prese d'aria del vano motore vengono mantenute nella loro posizione originale, ma riviste nella forma e nelle dimensioni.

Sul paraurti anteriore viene mantenuta l'apertura centrale, ma suddivisa in due parti, mentre sul cofano sono previsti due sfoghi simmetrici (non presenti nel modello del 1964) per favorire eventuali flussi d'aria in uscita.

Nella parte posteriore è stato pensato fin da subito di inserire un estrattore, sia per motivi estetici che funzionali.

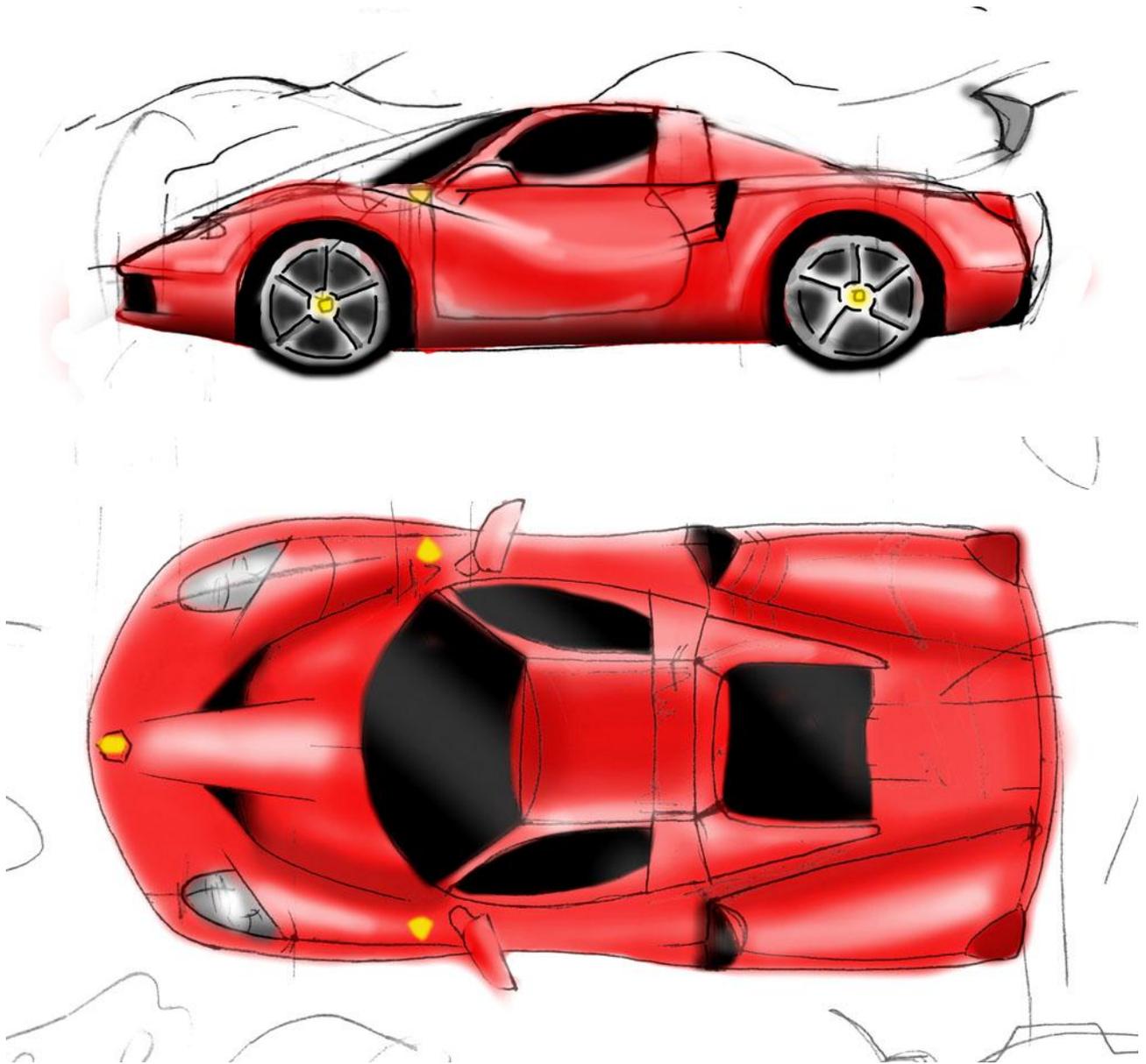


Figura 1.2: bozzetto definitivo

## 2. Analisi del layout di base

### 2.1. Definizione degli ingombri generali

I primi vincoli dal punto di vista tecnico sono stati dettati dal layout meccanico di base fornitoci dal docente (Figura 2.1); esso infatti impone alcune delle principali dimensioni (passo= 2560 mm, carreggiata anteriore= 1590 mm , carreggiata posteriore=1576 mm ) e definisce i limiti minimi degli ingombri totali del veicolo, per garantire la copertura e la protezione dei principali organi meccanici.

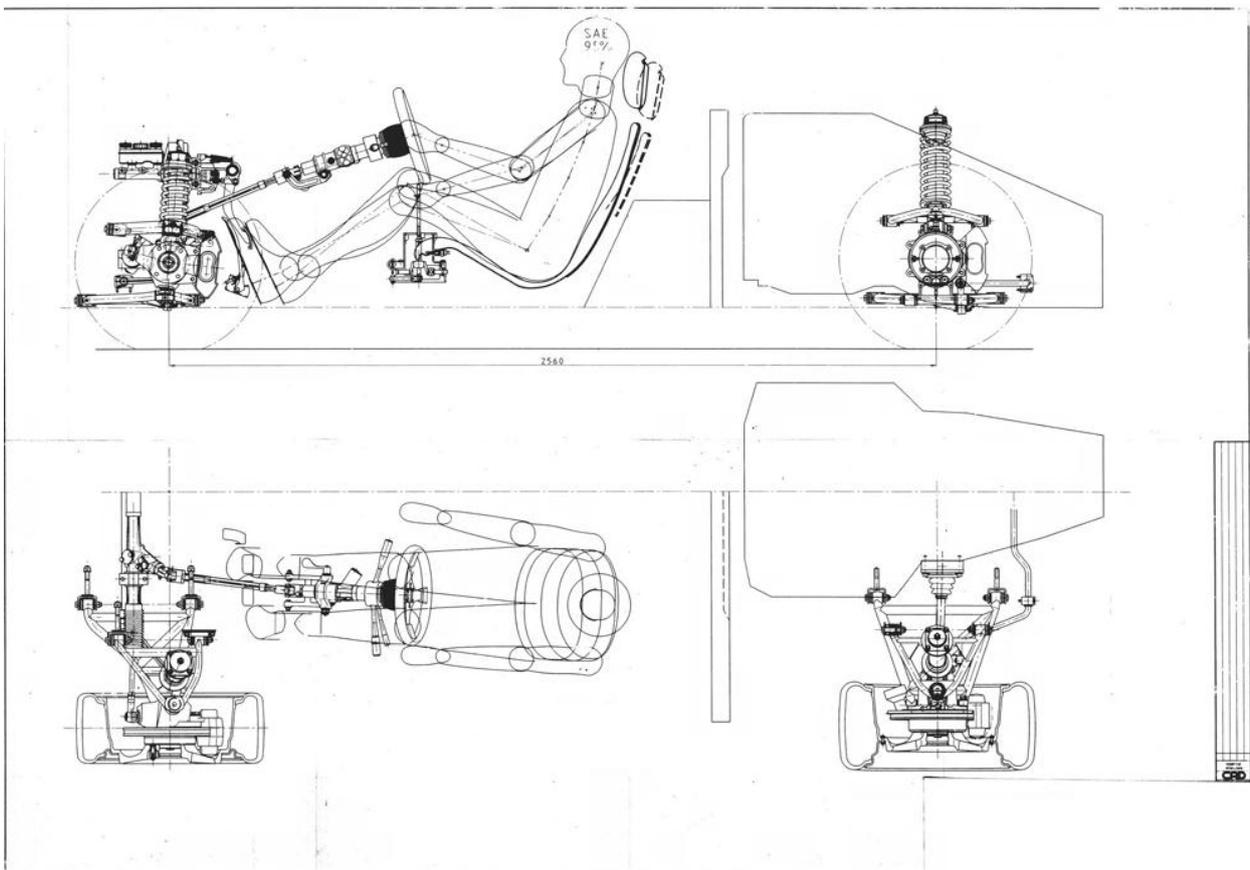


Figura 2.1: layout meccanico

## 2.2. Oscar: posizionamento e verifiche per l'omologazione

Dall'analisi preliminare del layout è subito emerso un posizionamento scorretto del manichino Oscar, nonché dimensioni dello stesso non corrispondenti al 50 percentile.

Utilizzando un manichino dalle dimensioni conformi alla normativa, fornito dal docente, sono state definite le quote del punto H relativo alla posizione del sedile (già fissato nel layout) nella configurazione media di regolazione orizzontale e verticale, adattandolo opportunamente alla pedaliera e evitando interferenze tra le gambe e il volante. Fissato il punto H è stata ricavata la disposizione ottimale del tronco del manichino, con un'inclinazione rispetto alla verticale passante per H di circa 5 gradi entro il limite di sicurezza regolamentare (25 gradi) e che garantisca una giusta impugnatura del volante e della leva del cambio. Successivamente è stata tracciata la traiettoria del punto più alto del casco ottenuta con una rotazione rigida del tronco attorno al punto H, determinando lo spazio minimo necessario affinché, in caso di urto frontale il manichino non venisse a contatto con il parabrezza o la parte inferiore del tetto. Dalla posizione del tronco e, di conseguenza, della testa, sono state definite le coordinate del punto medio degli occhi (Figura 2.2).

Punto H:  $x= 1150$  mm,  $y= 380$  mm,  $z= 355$  mm,

Punto medio occhi:  $x= 1280$  mm,  $y= 380$  mm,  $z= 1030$  mm.

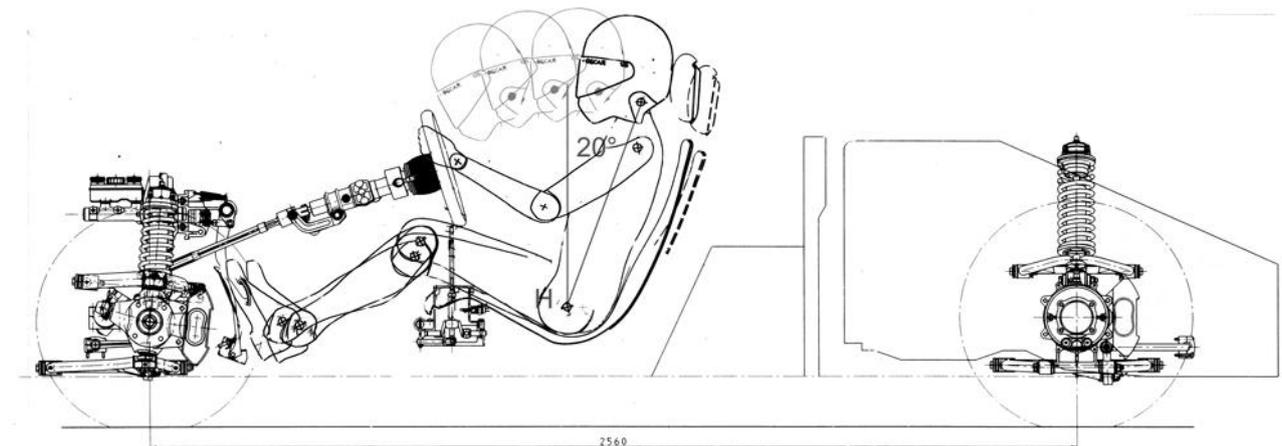


Figura 2.2: configurazione di Oscar definitiva

### **3. Generazione della carrozzeria**

Una volta ottenuto un layout e una configurazione di Oscar definitivi, abbiamo potuto impostare un piano di forma, ovvero una rappresentazione in scala (1:5) nelle quattro viste fondamentali in proiezione ortogonale (vedi allegato “piano di forma su millimetrato”). La scelta della scala è stata dettata dalla necessità di contenere quanto possibile le dimensioni del disegno, ma allo stesso tempo di non perdere dettagli importanti in fase generativa. Al piano di forma è stato associato un sistema di riferimento destrorso con origine all’intersezione tra il piano medio longitudinale della vettura, il piano di terra e il piano verticale passante per l’assale anteriore, asse X orientato verso il posteriore e asse Z verso l’alto.

In questa fase del progetto si è tenuto conto di tutti i vincoli progettuali imposti dalla normativa inerenti agli elementi propri della carrozzeria, sul piano della sicurezza, dell’engineering o del comfort; l’approccio è stato quello di adattare le singole parti affinché rientrassero nei vincoli omologativi, senza però subordinare totalmente le scelte stilistiche alla regolamentazione. Inoltre abbiamo mantenuto sempre un’impostazione critica generale sulla carrozzeria, preoccupandoci che le modifiche isolate alle singole parti non alterassero l’armonia globale del prodotto. Inoltre sono state vagliate dal gruppo alcune scelte che, anche se non direttamente imposte dalla normativa, si rendono necessarie allorquando lo studio non vuole limitarsi ad un approccio teorico, ma cerca di affrontare il più possibile ogni aspetto come in una vera e propria attività di progettazione industriale.

#### **3.1. Linee generali**

I primi vincoli da imporre sono stati:

- altezza minima da terra di 12 cm, verificati dalla possibilità di far scorrere un parallelepipedo alto 12 cm sotto la vettura senza incontrare ostacoli,
- angoli di attacco e di uscita di almeno 7°, verificati dalla possibilità di percorrere una rampa con inclinazione di 7° sia in salita che in discesa senza causare contatti della carrozzeria con il fondo stradale,
- copertura completa di tutti gli organi meccanici,
- ingombro massimo delle ruote dovuto alla sterzata delle ruote anteriori e allo scuotimento delle quattro sospensioni;

Da questi e dai sopra citati vincoli dimensionali imposti dal layout è stata impostata la forma di massima della carrozzeria, ovvero la linea del fondo, la forma del musetto e del paraurti posteriore e la linea che corre dal cofano alla coda, definendo la forma del padiglione.

Dopo aver disegnato correttamente l'andamento del cofano nel rispetto dell'angolo di visibilità di Oscar sul piano XZ, garantito di  $7^\circ$  su ogni punto, abbiamo notato che la compatibilità della linea del parabrezza e del tetto con il movimento della testa di Oscar è risultata pressoché al limite.

Per queste ragioni il volume del padiglione è stato sbilanciato leggermente in avanti in modo da rientrare in un margine di sicurezza sufficiente (considerando anche lo spessore inevitabile che si ha tra la lamiera e il rivestimento interno del tetto). Questa scelta ha prodotto anche un risultato vantaggioso: facendo avanzare il curvano, il parabrezza è risultato più proiettato in avanti e più coerente con l'andamento del cofano, conferendo modernità alla linea. Ovviamente è stato verificato che l'angolo di visibilità non fosse stato alterato da queste modifiche (Figura 3.1).

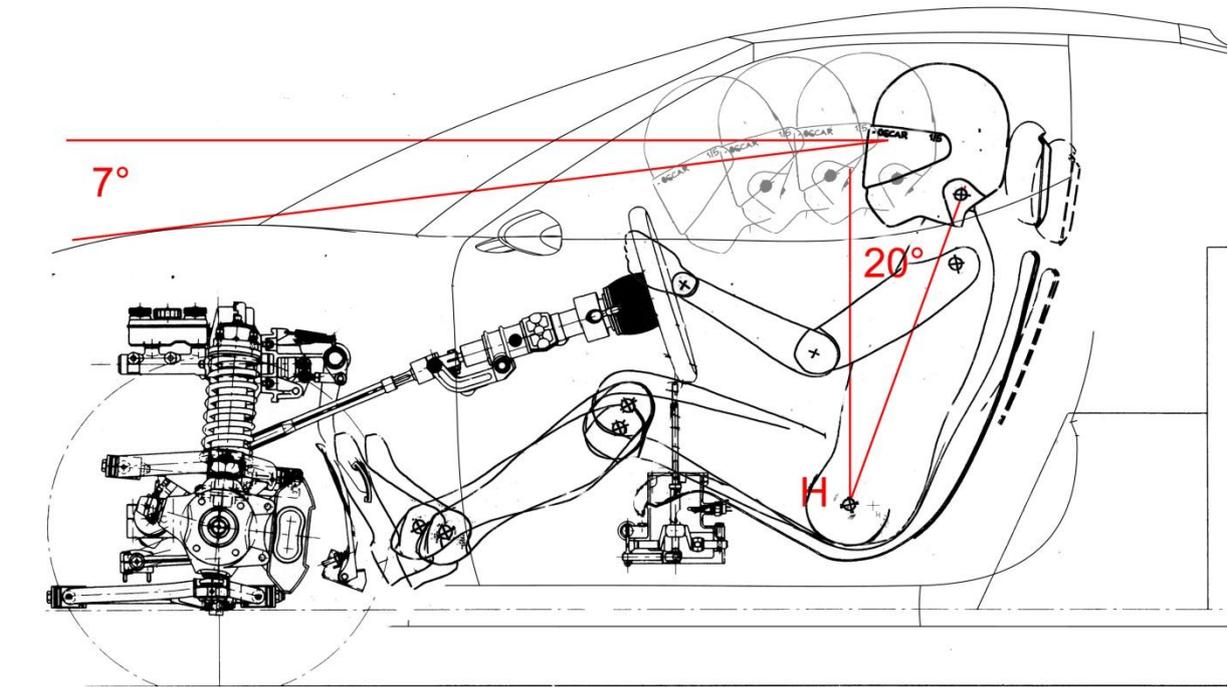


Figura 3.1: angolo di visibilità verticale (piano XZ)

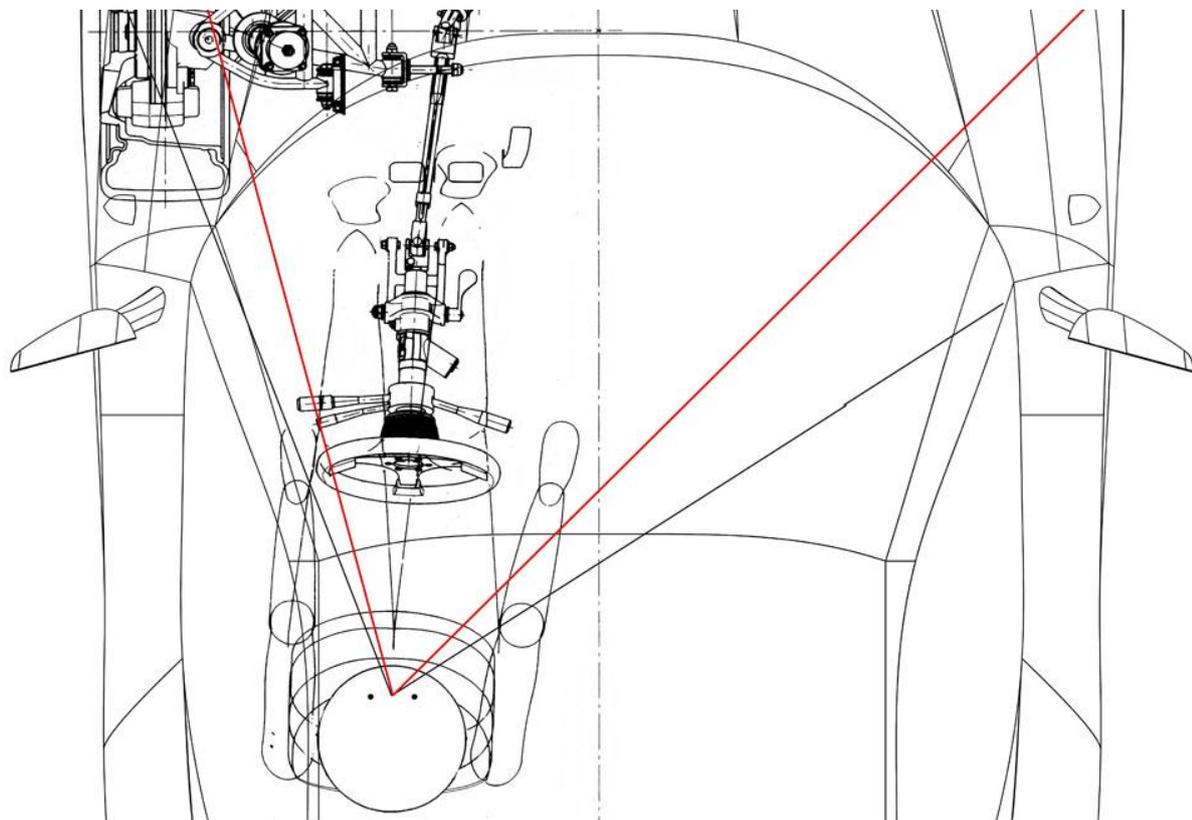
La forma del padiglione sul piano YZ (vista frontale) è stata disegnata in modo tale da avere una larghezza quasi costante al variare dell'asse X, nel settore interessato dai cristalli laterali: il corretto movimento di abbassamento infatti richiede una curvatura sul piano XY quasi nulla; la curvatura sul piano YZ invece deve essere tale da permettere al cristallo di scorrere all'interno

della portiera senza essere ostacolato: da questo ne consegue un disegno coerente della portiera sul piano YZ per tutta la sua estensione.

Definita la forma laterale del padiglione è stato necessario un controllo incrociato sulle distanze minime da garantire tra testa di Oscar e cristallo laterale e spalla di Oscar e cristallo laterale, che sono risultate soddisfatte.

La forma dei montanti tra parabrezza e cristalli laterali è stata definita dopo aver imposto il vincolo sull'angolo di visuale del manichino Oscar sul piano XY passante per il punto medio degli occhi:

- maggiore di  $15^\circ$  verso il montante sinistro,
- maggiore di  $45^\circ$  verso il montante destro.



— angolo limite  
— angolo effettivo

Figura 3.2: angolo di visibilità orizzontale (piano XY)

Definiti i bordi dei cristalli laterali è stata disegnata la geometria della portiera, con apertura classica, incernierata al bordo verticale anteriore, di forma tale da contenere l'intero cristallo in posizione abbassata. La parte superiore delle portiere è stata prevista priva di giroporta, con il cristallo a battuta direttamente sulla struttura del montante.

La parte retrostante del padiglione è stata realizzata enfatizzando la copertura del vano motore della 250 LM: viene aggiunta la copertura trasparente e le vele laterali vengono ispessite e prolungate verso la coda della vettura per dare continuità al padiglione. Tra di esse è stato ricavato un pannello (all'altezza della parete tagliafiamma) che contiene il lunotto.

A questo punto è stata eseguita una prima modellazione 3D al CAD del layout di base, da cui partire per modellare la carrozzeria, lavorando in parallelo sul 2D cartaceo e sul 3D. Il 2D infatti fornisce i punti necessari alla costruzione tridimensionale delle features, mentre il 3D facilita le eventuali modifiche successive.



Figura 3.3: modellazione finale della copertura del vano motore

## 3.2. Gruppi ottici anteriori

I vincoli inerenti ai gruppi ottici anteriori sono:

- uso del faretto anabbagliante Hella fornito dal docente (Appendice 1),
- distanza minima tra le superfici interne dell'anabbagliante: 600 mm,
- distanza minima da terra dell'anabbagliante: 500 mm,
- distanza massima da terra dell'anabbagliante: 1200 mm,
- distanza minima dal fuori tutto anteriore dell'anabbagliante: 200 mm, ovvero l'area deformata in caso di urto frontale, che non deve interessare gruppi ottici e parti mobili,
- distanza massima della superficie esterna dell'anabbagliante dal fuori tutto laterale: 400 mm,
- angolo di apertura del fascio luminoso sul piano XY di  $10^\circ$  verso l'interno e di  $45^\circ$  verso l'esterno,
- angolo di apertura del fascio luminoso sul piano XZ di  $15^\circ$  verso l'alto e  $10^\circ$  verso il basso, per entrambi i fari.
- gli indicatori di direzione anteriori hanno le stesse limitazioni dell'anabbagliante riguardo alla posizione trasversale, mentre la posizione verticale deve essere compresa tra 350 mm e 1500 mm,
- le luci abbaglianti non devono essere più lontane dell'anabbagliante dal piano longitudinale medio.

Una volta disegnata la linea del gruppo ottico così come scelta sul bozzetto, e riportata nelle tre proiezioni ortogonali è stato posizionato il faretto anabbagliante Hella. Il primo posizionamento nella vista frontale non causava interferenze tra l'ingombro del faretto e le superfici esterne o le parti interne, ma non rientrava nell'omologazione dato che il fascio aveva un cono di apertura sotto il limite. Per questo il faretto è stato traslato in direzione X e Y fino alla quota definitiva che verificasse tutti i requisiti sopra citati (Figura 3.4).

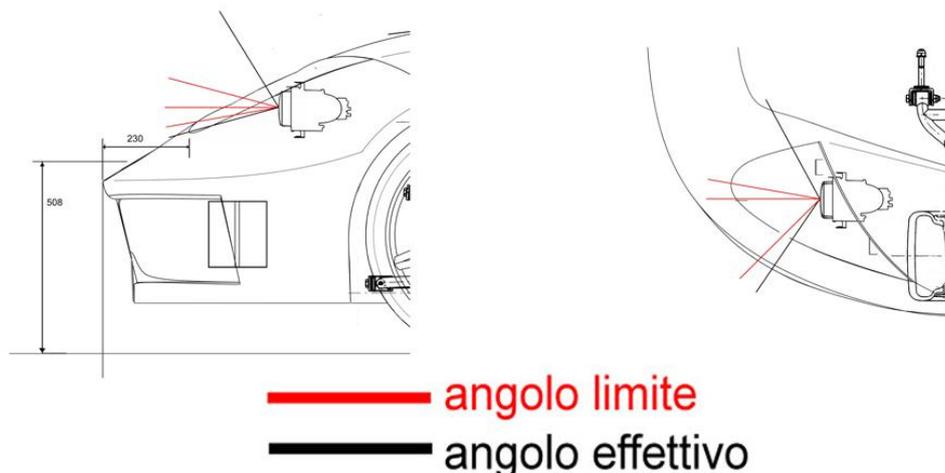


Figura 3.4: angoli di illuminazione dell'anabbagliante in posizione definitiva

Le restanti funzioni del gruppo ottico sono state inglobate in linea con l'anabbagliante, scegliendo la classica tecnologia a lampadina anche per abbagliante e indicatore di direzione, mentre si è deciso l'uso di una serie di led, molto diffuso negli ultimi tempi, per la funzione di luci di posizione, situata lungo il bordo superiore del gruppo ottico.

Coordinate centro Anabbagliante:  $x = -545 \text{ mm}$ ,  $y = 650 \text{ mm}$ ,  $z = 650 \text{ mm}$ .

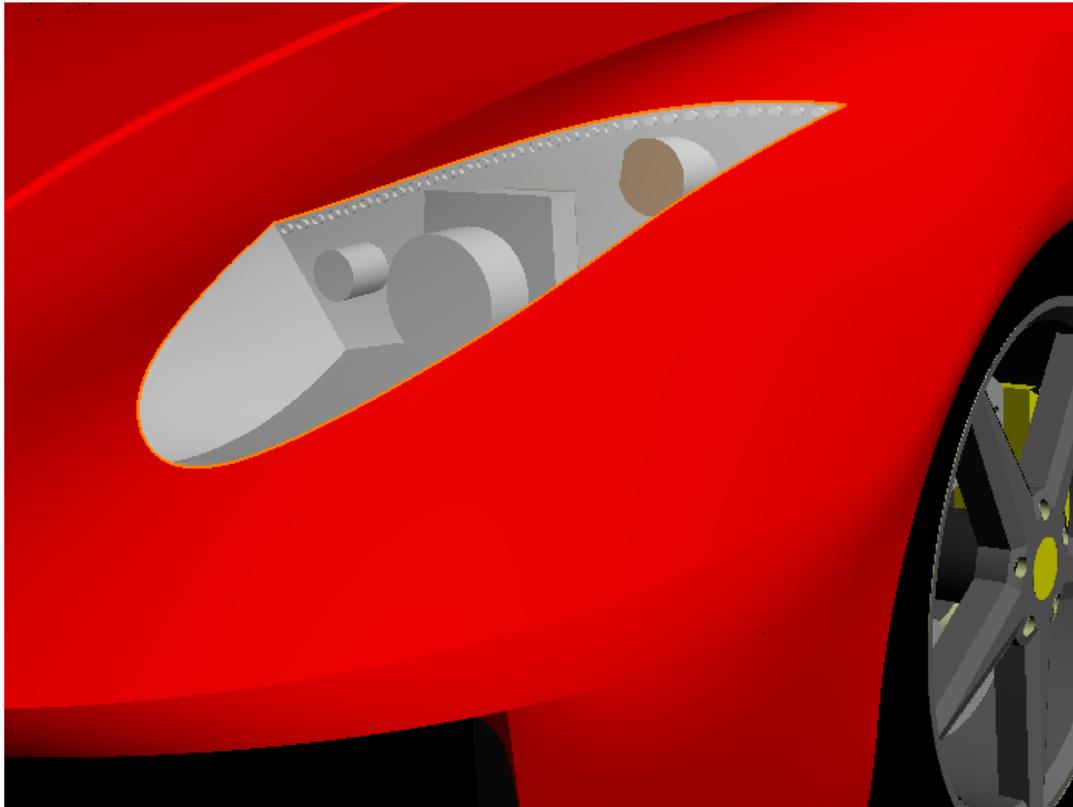


Figura 3.5: gruppo ottico anteriore

### 3.3. Gruppi ottici posteriori

I vincoli imposti dalla normativa per tutte le luci posteriori sono:

- distanza minima tra i bordi interni delle superfici illuminanti: 600 mm (per veicoli con fuori tutto laterale maggiore di 1300 mm),
- altezza minima da terra: 350 mm,

La verifica del corretto posizionamento è risultata più semplice per i gruppi ottici posteriori, per i quali si è scelta la classica forma tonda parzialmente fuori carrozzeria agli angoli superiori della coda, comune a molti modelli del marchio Ferrari. Le funzioni di luce di arresto, luce di posizione,

indicatore di direzione, retromarcia e fendinebbia sono stati integrati nei gruppi ottici suddividendoli in cerchi concentrici e sfruttando la tecnologia led per gestire la forma complessa a corona circolare di ogni settore di illuminazione. La forma del gruppo ottico verifica automaticamente il rispetto degli angoli di illuminazione.



Figura 3.6: gruppo ottico posteriore

### 3.4. Cofano anteriore

La modellazione del cofano, è stata una fase fortemente critica, in quanto il disegno originale non era più soddisfacente sia dal punto di vista estetico che funzionale, coerentemente con le parti già modellate. E' stata necessaria una verifica preliminare sulla suddivisione in parti della carrozzeria, che ha evidenziato come le forme del cofano e gli sfoghi d'aria determinassero una geometria della parte apribile complessa e probabilmente di difficile realizzazione pratica, nonché la difficoltà

nel ricavare un vano portabagagli tra i passaruota anteriori. La modellazione quindi è stata semplificata e realizzata direttamente in 3D, conservando solo il rialzo centrale, esteticamente più coerente con lo stile generale.

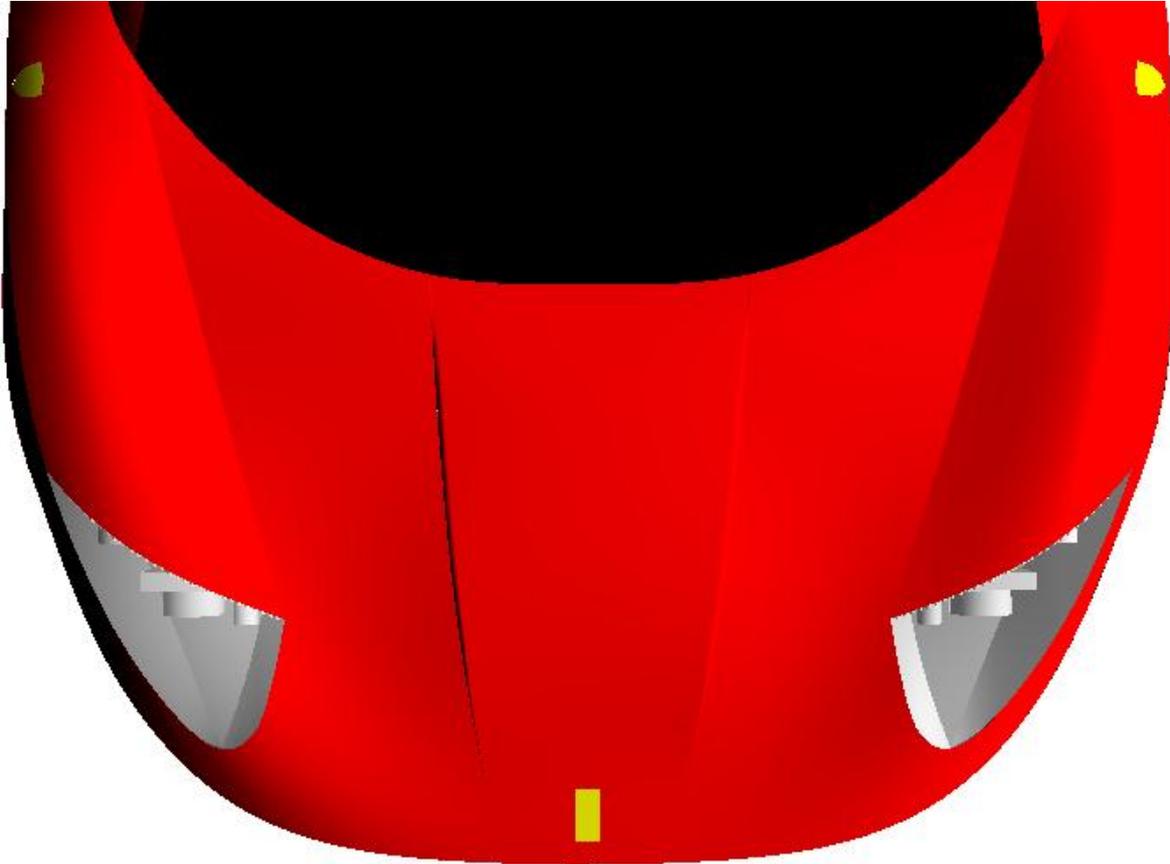


Figura 3.7: cofano anteriore

### 3.5. Condotti aria e radiatori

Nonostante non fosse previsto uno studio approfondito dell'aerodinamica del veicolo, congiuntamente alle scelte stilistiche sono stati previsti quegli elementi fondamentali per l'interazione tra veicolo e aria sia per la funzione aerodinamica sia per la funzione di raffreddamento e aerazione.

Il primo di questi elementi interessati dalla modellazione è stato l'estrattore, del quale si è modellata la zona terminale più in vista, integrata alla carrozzeria. Infatti, oltre alla funzione prettamente aerodinamica, l'estrattore viene sfruttato come artificio stilistico per "alleggerire" le forme del posteriore, quando questo risulti di notevole dimensione, in modo da rendere più

accattivante la vista del retro della vettura. Il disegno in 2D ha subito rivelato i limiti nel poter giudicare la forma modellata, il che ha portato anche in questo caso a modellare più agevolmente la parte terminale dei canali dell'estrattore direttamente al CAD. La prima versione seppure esteticamente valida entrava in contrasto con il terminale del cambio. La soluzione è stata trovata dividendo i canali dell'estrattore in due parti, e lasciando al centro un settore di contenimento per il carter del cambio, evitando così di dover procedere all'aumento dello sbalzo posteriore, che avrebbe danneggiato la resa estetica globale della vettura.

Una volta modellata la geometria definitiva è stato verificato che la scatola di contenimento del cambio rientrasse ancora nel limite imposto dall'angolo di attacco posteriore.

Ai lati dell'estrattore sono state modellate due maschere contenenti i catadiottri (posti in posizione regolamentare, larghezza minima tra i bordi interni 600 mm, distanza massima dal fuori tutto laterale 400 mm, altezza minima da terra 350 mm, massima 900 mm) e due terminali di scarico per lato, posta in considerazione l'elevata cilindrata di un possibile propulsore di equipaggiamento della vettura.



Figura 3.8: estrattore

La realizzazione delle prese d'aria è stata preceduta dal dimensionamento e posizionamento dei radiatori necessari allo scambio termico dei fluidi motore. Presupponendo un propulsore simile a quello delle vetture della stessa categoria di ultima produzione, è stata effettuata una ricerca sui componenti equipaggianti tali modelli (in particolar modo sui radiatori). Dai dati rilevati è stato effettuato un dimensionamento di media dei radiatori dell'acqua e dell'olio motore. I radiatori sono quattro, divisi in due gruppi simmetrici rispetto all'asse longitudinale; la posizione è stata scelta frontale, mantenendo il margine di 200 mm dal fuori tutto anteriore della zona deformabile, in quanto in tale zona sono previste le prese d'aria di maggior superficie (Figura 3.9).

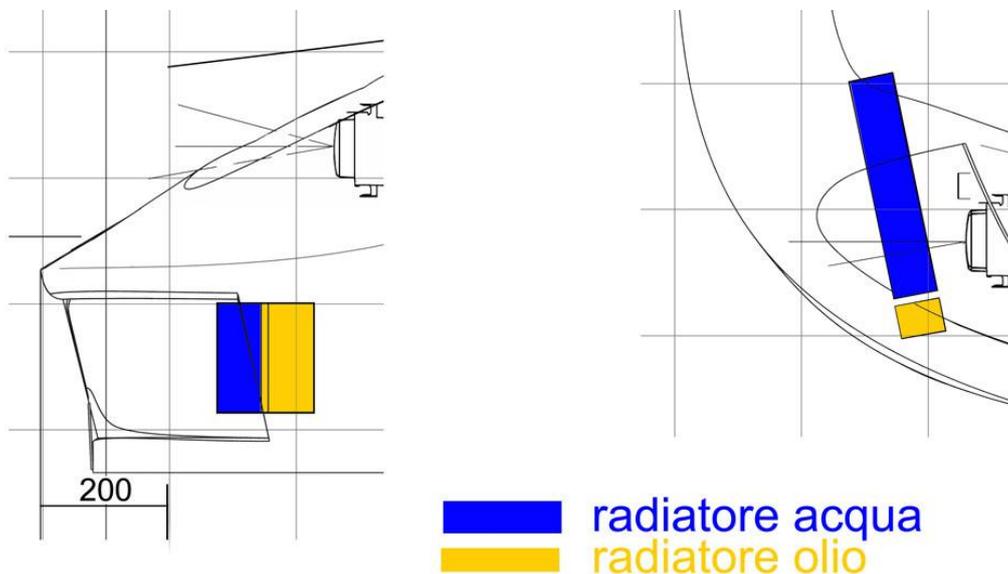


Figura 3.9: schema radiatori

Inizialmente oltre alle due prese d'aria principali previste sui bozzetti, sono state aggiunte due ulteriori fessure di ingresso dell'aria, più esterne, per provvedere al raffreddamento dei freni anteriori (Figura 3.12 a); successivamente però questa soluzione è stata scartata per motivi principalmente estetici, rimandando alle prese d'aria principali, adeguatamente ridimensionate, entrambe le funzioni (Figura 3.10).

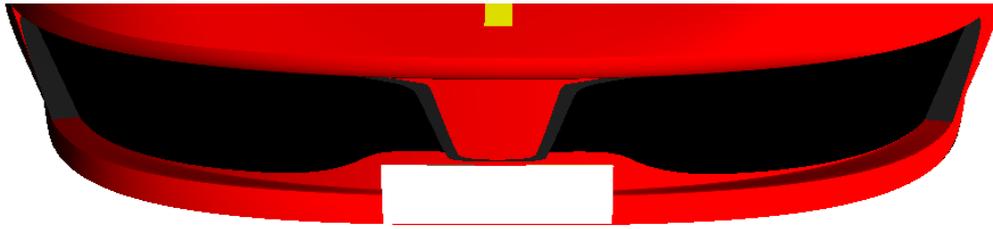


Figura 3.10: prese d'aria anteriori definitive

Le prese d'aria centrali sono state realizzate in posizione analoga a quella del modello originale, ma ammodernate nella forma e aumentate in estensione per raccogliere una portata d'aria sufficiente a garantire l'aerazione del vano motore e dei freni posteriori (Figura 3.11).



Figura 3.11: prese d'aria laterali

Successivamente è stata modellata una versione alternativa che prevedesse una presa d'aria supplementare con la sola funzione di aerazione dei freni posteriori, anche questa scartata in breve, in quanto difficilmente integrabile con le linee della carrozzeria. Per quanto riguarda l'evacuazione di calore dai freni, dopo alcune proposte di ulteriori sfoghi per l'aria dietro i quattro passaruota, si è scelto di rimandare questa funzione al fondo piatto della vettura (Figura 3.12 b,c).

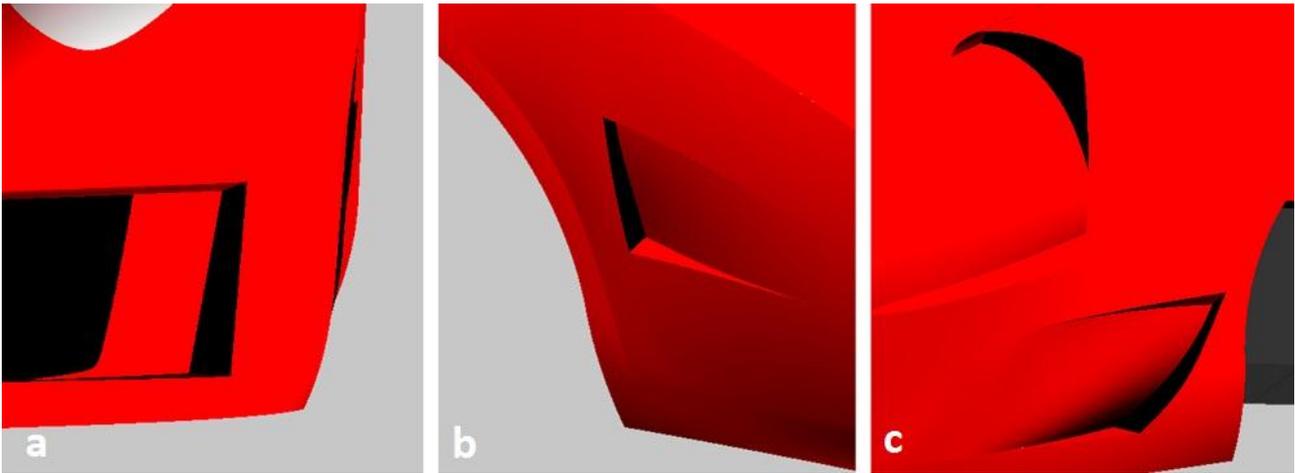


Figura 3.12: soluzioni scartate

L'aria calda raccolta nel vano motore viene espulsa attraverso due griglie adiacenti alle luci posteriori, di cui sono state più volte proposte diverse versioni vagliate dal gruppo, sia sul disegno cartaceo che sul modello 3D (Figura 3.13).

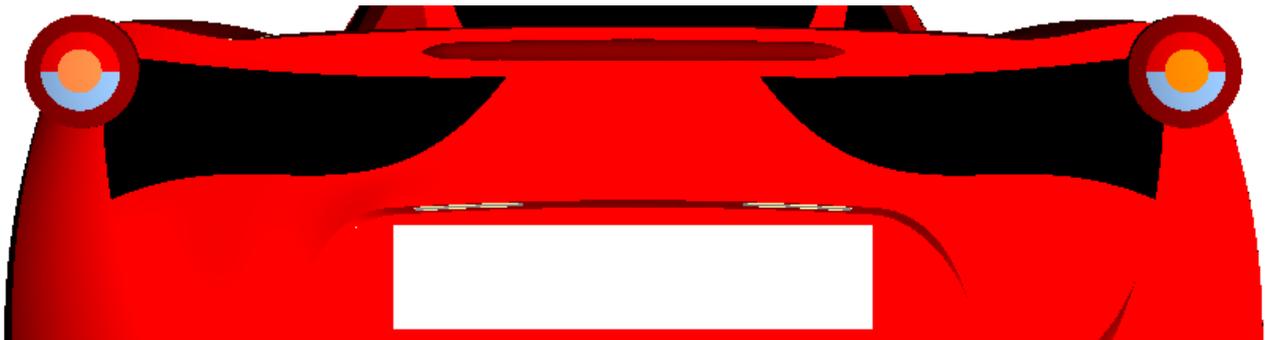


Figura 3.13: maschere d'estrazione dell'aria

### 3.6. Dispositivi di visione indiretta

Per il modellamento dei retrovisori esterni è stata effettuata una ricerca preliminare su quanto la normativa vigente impone in termini di dimensionamento e collocamento (vedere PDF allegato).

Impostando un raggio di curvatura della superficie riflettente infinito (per semplicità di calcolo e simulazione) la normativa impone:

- Area riflettente contenente un rettangolo di 40 mm x 130 mm e almeno un punto di altezza minima di 70 mm.
- Angolo massimo tra la perpendicolare alla superficie riflettente passante per il piano degli occhi e il piano mediano longitudinale della vettura di 55°,

- Area minima visibile sulla strada: una striscia di strada posta dietro il veicolo, larga 1 metro a partire dal fuori tutto laterale a distanza 4 metri dal piano contenente gli occhi del conducente, e larga 5 metri a partire dal fuori tutto laterale a distanza 30 metri dal piano contenente gli occhi del conducente (Figura 3.14).

-Estensione massima dei retrovisori esterni in posizione chiusa non superiore alla larghezza complessiva della vettura.

Il disegno preliminare dell'area riflettente e del guscio protettivo è stata costruita imponendo il primo vincolo. E' stata modellata la geometria direttamente in 3D e da questa, servendosi di due proiezioni ortogonali è stata simulata la riflessione della massima area visibile sulla strada, sia sul piano XZ che sul piano XY. Sul piano XY l'area visibile è risultata ampiamente superiore a quella minima imposta dalla normativa (vedi Allegato "specchietti1.jpeg"); sul piano XZ invece il primo dimensionamento dell'area riflettente non era in grado di garantire una visuale adeguata rispetto a quella richiesta dalla normativa. La superficie dei retrovisori quindi è stata ridimensionata aumentandone l'altezza, e di conseguenza l'area riflettente totale, permettendo così di raggiungere il limite dei 30 metri di strada visibile (vedi Allegato "specchietti2.jpeg") (Figura3.15).

Infine gli indicatori di direzione laterali sono stati integrati nei gusci esterni dei retrovisori, soluzione adottata su diverse vetture stradali, nel rispetto dell'area di posizionamento degli stessi, imposta anch'essa dalla normativa (distanza minima da terra di 500 mm, distanza massima dal fuori tutto anteriore 1800 mm).

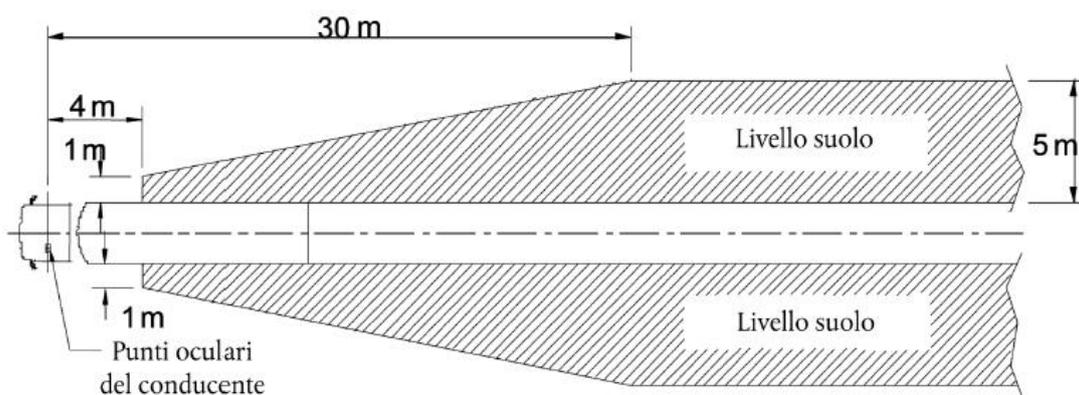
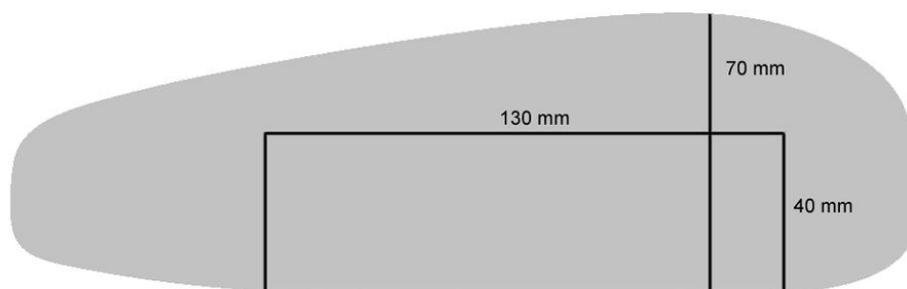


Figura 3.14: minima area visibile secondo regolamentazione

superficie riflettente iniziale



superficie riflettente definitiva

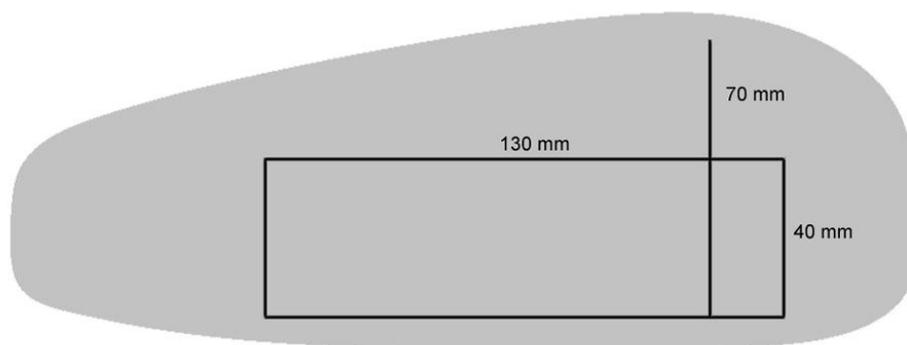


Figura 3.15: modellazione del retrovisore esterno

## 4. Modellazione al CAD CatiaV5

Come descritto in precedenza la prima operazione eseguita al CAD è stata la riproduzione in 3D del layout in ambiente di modellazione ibrida. La scala di rappresentazione è stata mantenuta invariata (1:5) rispetto al cartaceo in 2D per avere una corrispondenza biunivoca dei riferimenti e degli elementi rappresentati. Basandosi sul piano di forma sono stati estrapolati i dati necessari per riportare nel 3D i punti fondamentali della carrozzeria, ricavandone le coordinate spaziali, più un numero variabile di nodi di interpolazione per riprodurre fedelmente le linee della carrozzeria, attraverso le curve matematiche "spline". L'insieme delle spline ha fornito un reticolo wireframe (Figura 4.1) sulla base del quale, in ambiente di gestione delle superfici, sono state costruite le diverse superfici che compongono la carrozzeria.

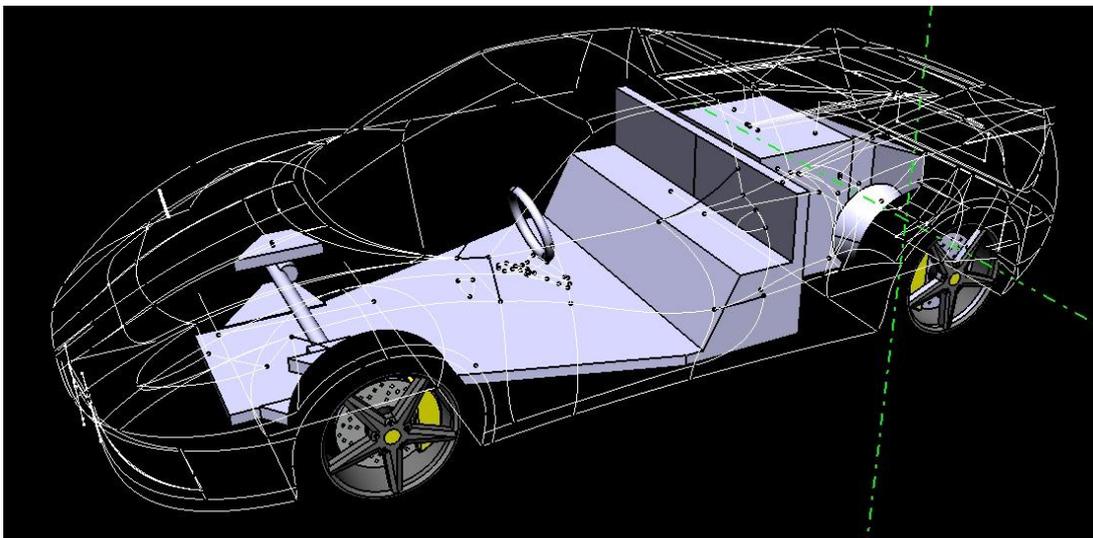


Figura 4.1: Reticolo wireframe

In questa fase abbiamo riscontrato diversi problemi nel gestire l'interfaccia delle superfici; per una buona resa tridimensionale infatti è stata imposta la continuità di secondo grado dove le superfici presentavano interruzioni fittizie, ottenendo un lamierato virtuale senza imperfezioni né spigoli vivi indesiderati.

Per un risultato ottimale a fine modellazione sono stati aggiunti tutti quegli elementi necessari alla resa virtuale della vettura come colori, materiali, elementi complementari (cerchi, pneumatici, terminali di scarico, targhe, etc.). Anche le targhe sono state oggetto di verifica: Le dimensioni infatti sono imposte da normativa, è previsto obbligatoriamente un dispositivo di illuminazione di quella posteriore, che deve trovarsi ad un'altezza minima di 300 mm; questo ha portato alla scelta

di integrare la targa in uno scasso ricavato tra l'estrattore e le griglie posteriori di evacuazione dell'aria.

Tutto questo ha aiutato a comprendere globalmente il progetto sviluppato, fornendo una resa prospettica molto vicina alla realtà, molto più difficile da raggiungere servendosi solo dei piani di forma. Dal modello 3D, infine, sono stati estratti i disegni tecnici costruttivi quotati e corredati dalle sezioni trasversali in loco sui prospetti anteriore e posteriore, assiali in loco sulla pianta e trasversali ribaltate a 90° sul fianco, che aiutano a comprendere l'andamento dei volumi nella zona centrale della vettura, poco comprensibile dalle sole proiezioni ortogonali (Appendice 2).

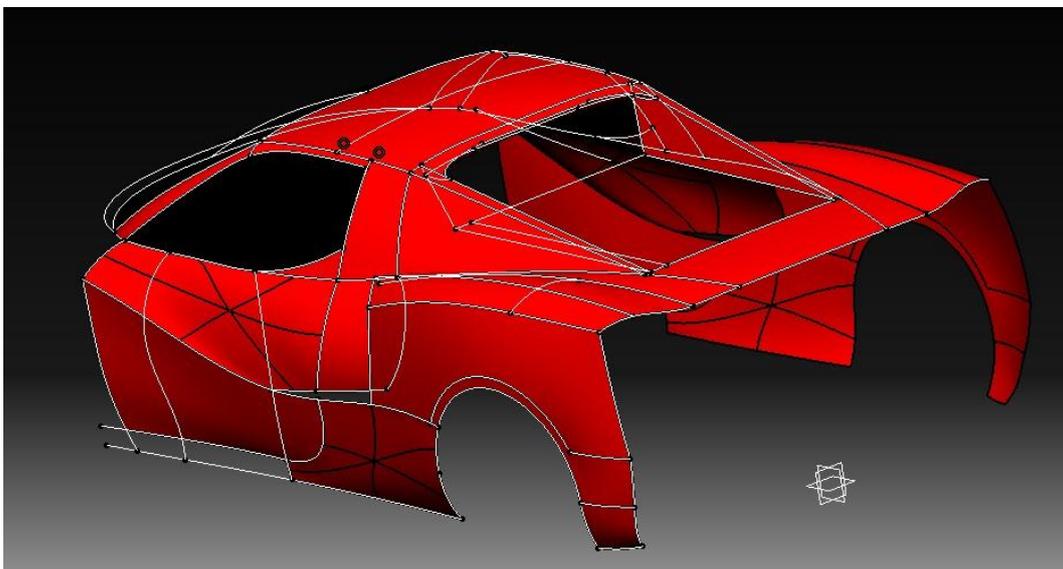


Figura 4.2: fase intermedia della modellazione



Figura 4.3: risultato finale

## 5. Tagli di carrozzeria

Una volta fissate le linee definitive della vettura è stato possibile provvedere alla divisione della carrozzeria nelle sue parti fisse e mobili, in modo funzionale alla produzione, all'assemblaggio e all'interazione tra vettura e utente.

Ovviamente la suddivisione proposta è stata effettuata in base ad un'analisi preliminare, e nell'eventualità di una reale produzione sarebbe necessaria una fase di simulazione degli accoppiamenti tra le parti della carrozzeria e tra queste e il telaio a cui vanno ancorate. Inoltre le parti mobili devono garantire l'assenza di interferenze e impedimenti al moto completo desiderato. Sono di fondamentale importanza le battute tra le parti mobili e fisse, ad esempio tra portiera ed abitacolo, da realizzare in funzione dell'isolamento, del comfort degli occupanti e della resa estetica.

La suddivisione prevede dodici elementi (figura 5.1), alcuni dei quali (elemento verde posteriore) possono essere ottenuti per pre-assemblaggio mediante saldatura a partire da più parti elementari.

Sull'anteriore è presente il cofano (arancio), incernierato in prossimità del curvano, per accedere all'eventuale vano portabagagli ricavato tra le ruote anteriori, mentre il paraurti frontale (verde) è unico e interessa le prese d'aria, la zona sottostante i gruppi ottici e si estende lateralmente fino ai passaruota anteriori. Al di sopra dei gruppi ottici si estende la parte di carrozzeria (viola) che termina sotto il montante, adiacente alla portiera. Le portiere (rosa) sono incernierate verticalmente sul lato anteriore, con apertura classica, e non comprendono il giro porta, ovvero i finestrini scorrono nella portiera ma non sono vincolati superiormente ad essa. La parte che compone montante, giro porta e tetto (celeste) prevede le guarnizioni di battuta dei finestrini laterali. Dietro le portiere la carrozzeria è scomposta in due parti, che definiscono il fianco, le pareti interne ed esterne della presa d'aria e il passaruota posteriore (giallo-verde). Tra i passaruota si estende la copertura del vano motore, ricavata con un piano delimitato dai prolungamenti del padiglione verso la zona posteriore. La struttura (rosa) composta dalle due "vele" e dal piano interposto tra esse si apre per accedere al vano motore, grazie alle cerniere previste superiormente al lunotto. Nella zona posteriore i passaruota lasciano spazio ad un'unica parte di carrozzeria (viola) che comprende le maschere di estrazione dell'aria dal vano motore, i terminali di scarico e lo scasso ricavato su di essa per alloggiare l'estrattore proveniente dal fondo del veicolo.



Figura 5.1: suddivisione della carrozzeria

## 6. Caratteristiche tecniche della nuova vettura

Alcune caratteristiche della vettura sono state ricavate direttamente dal layout meccanico di partenza, altre sono state scelte nel rispetto di tre requisiti: family feeling, ovvero coerenza stilistica con i modelli Ferrari presenti attualmente sul mercato, rispetto dei vincoli imposti dalla normativa di omologazione e per ultimo ma non meno importante, coerenza con il design del modello storico rievocato.

Il veicolo presenta le seguenti caratteristiche:

Propulsore: centrale-posteriore

Posti: 2

Larghezza: 1934 mm ( 2140 mm con retrovisori esterni aperti)

Lunghezza: 4304 mm

Altezza: 1270 mm

Passo: 2560 mm

Carreggiata anteriore: 1590 mm

Carreggiata Posteriore: 1576 mm



## Conclusioni

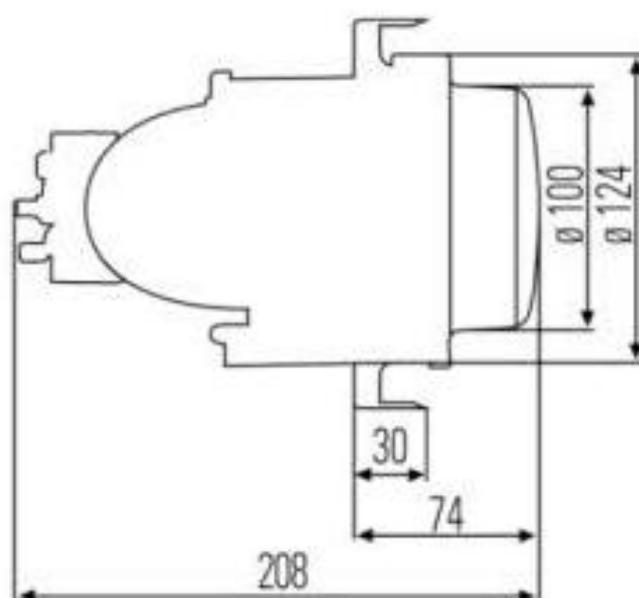
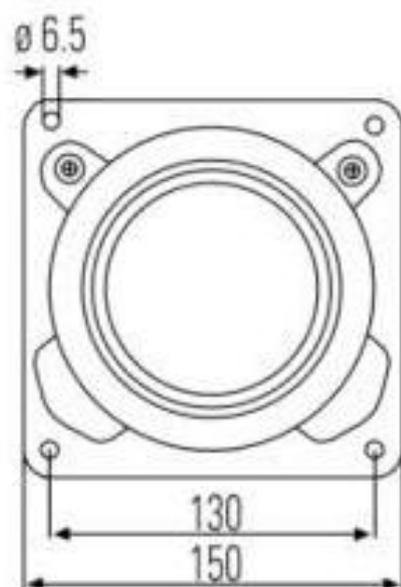
L'attività progettuale di Disegno di Carrozzeria è stata per tutto il gruppo un'esperienza impegnativa e svolta con particolare cura ed attenzione al tema trattato. Grazie all'interesse maturato per la materia nel corso del lavoro, abbiamo avuto modo di scoprire nuovi aspetti legati all'Ingegneria del Veicolo e di approcciare il progetto in maniera approfondita, toccando diversi campi legati alla progettazione industriale (dal confronto con le reali normative vigenti all'utilizzo dei moderni strumenti CAD/CAE, punti di riferimento indispensabili nelle realtà aziendali di oggi). Nonostante alcune difficoltà decisionali riscontrate durante il percorso all'interno del gruppo di lavoro, siamo riusciti a collaborare pienamente con un unico obiettivo comune, svolgendo ogni compito nella prospettiva di rendere il nostro progetto della carrozzeria soddisfacente in ogni aspetto.

## Appendice 1 – Faro anabbagliante Hella

Articolo- Schermata documento

**Costruttore:** HELLA  
**N° articolo:** 1BL 007 834-087  
**Denominazione articolo:** Gruppo ottico, Faro principale

Foto



# Appendice 2 – Piani di forma

