

**Università degli Studi di Modena  
e Reggio Emilia**

***Ingegneria Del Veicolo***

Anno accademico 2009-2010

**Disegno di Carrozzeria**



**Docente:**

*Prof. Ing. Fabrizio Ferrari*



**Studenti:**

*Scardovi Marco*

*Pesavento Dino*

*Di Settimi Marco*

*Dell' Aversana Francesco*

*Raimondi Francesco*

*Stefani Fabio*

## Indice generale

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b><i>Caratteristiche MC12.....</i></b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ENGINEERING.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b><i>Procedura operativa.....</i></b>	<b>8</b>
<b>2.1.1</b>	<b><i>Scala di rappresentazione.....</i></b>	<b>8</b>
<b>2.1.2</b>	<b><i>Layout del disegno.....</i></b>	<b>8</b>
<b>2.1.3</b>	<b><i>Dettagli stilistici e normati.....</i></b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>MODIFICHE PER L'OMOLOGAZIONE.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b><i>Normative.....</i></b>	<b>10</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Posizione Oscar.....</i></b>	<b>10</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Impatto pendolo.....</i></b>	<b>12</b>
<b>3.1.3</b>	<b><i>Accessori circolazione.....</i></b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Modifiche al telaio.....</i></b>	<b>13</b>
<b>3.3</b>	<b><i>Pneumatici e sterzo.....</i></b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b><i>Radiatori acqua.....</i></b>	<b>18</b>
<b>3.5</b>	<b><i>Radiatori olio / presa laterale.....</i></b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>STILE.....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CURA DELL'AERODINAMICA.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b><i>Presca NACA.....</i></b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONE.....</b>	<b>33</b>

# 1 INTRODUZIONE

Questa tesina presenterà le analisi tecniche e di stile che il gruppo ha affrontato durante il corso di Disegno di carrozzeria.

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di reinterpretare la carrozzeria di una vettura Maserati esistente dalle caratteristiche da supercar non omologabili per l'uso stradale in una vettura meno estrema, omologabile e dalle linee tipicamente Alfa Romeo.

## 1.1 Caratteristiche MC12

La **Maserati MC12** (acronimo di *Maserati Corse 12 cilindri*) è un'autovettura targata, a 2 posti con impostazione sportiva e tettuccio asportabile, costruita principalmente per partecipare al campionato FIA GT. Disegnata da Giorgetto Giugiaro e progettata in collaborazione con la Dallara.





**Costo:** 720.000 euro

**Tiratura:** 25 esemplari costruiti nel 2004 seguiti da altri 25 fabbricati nel 2005

**Prestazioni:** Velocità massima oltre 330 Km/h , 0-100 Km/h 3.8 s

**Motore:** V 12 posteriore di derivazione Ferrari, lo stesso montato dalla Enzo (ma con distribuzione a cascata di ingranaggi anziché a catena), con un angolo di 65° e una cilindrata di 5998 cm<sup>3</sup>, ha una potenza di 630 CV a 7500 giri al minuto. La lubrificazione a carter secco .

**Cambio:** Cambiocorsa Maserati a sei rapporti con selezione computerizzata. Esistono due tipi di cambio: uno sportivo e uno da gara.

**Carrozzeria:** interamente in carbonio con 2 supporti in alluminio che contribuiscono ad aumentare il livello di sicurezza.

**Sospensioni:** posteriori ed anteriori indipendenti con ammortizzatori contrapposti.

**Freni:** Impianto frenante Brembo con dischi forati con diametro di 380 mm all'anteriore e 355 mm al posteriore e impianto ABS.

**Ruote:** mono dado da 19" con pneumatici Pirelli 245/35 all'anteriore e 345/35 al posteriore.

## 2 ENGINEERING

Il lavoro è iniziato con un rilievo delle principali misure del telaio della vettura e con un'analisi delle caratteristiche della vettura:

### **Carrozzeria**

Tipo Roadster con tettuccio rigido asportabile, due posti, motore posteriore centrale, trazione posteriore.

### **Telaio**

Scocca portante in carbonio e honeycomb di nomex con strutture anteriori e posteriori in alluminio.

**Schema sospensioni:** a quadrilateri articolati con schema push-rod; ammortizzatori monotaratura e molle elicoidali coassiali.

Cerchi 19" in lega leggera; anteriori 9J x 19, posteriori 13J x 19.

Pneumatici anteriori 245/35 ZR19, posteriori 345/35 ZR 19.

**Freni:** Impianto Brembo a quattro dischi autoventilanti e forati. Anteriori 380 mm x 34 mm, posteriori 335 mm x 32 mm; pinze in lega leggera a sei pistoni anteriori e quattro posteriori a diametro differenziato.

Materiale d'attrito pastiglie: Pagid RS 4.2.1.

Sistema antibloccaggio ABS Bosch 5.3 . Ripartitore frenata a controllo elettronico (*EBD*).

Trasmissione: Cambio longitudinale posteriore rigidamente collegato al motore.

Trasmissione meccanica a 6 marce elettroattuata Cambiocorsa con comando di asservimento idraulico gestito elettronicamente realizzato mediante leve a bilancere poste dietro al volante.

Frizione bidisco a secco da 215 mm di diametro, con parastrappi torsionali, comandata idraulicamente.

Controllo di trazione ASR Bosch.

### **Motore:**

12 cilindri a V di 65°.

Distribuzione a due alberi a camme in testa per bancata azionati da

cascata ingranaggi; quattro valvole per cilindro comandate da bicchierini idraulici.

Lubrificazione motore a carter secco con pompe in unico gruppo.

Sistemi di accensione e di iniezione integrati Bosch, acceleratore a comando elettronico «drive by wire».

Peso: .....	232 kg
Cilindrata: .....	5998 cm <sup>3</sup>
Alesaggio: .....	92 mm
Corsa: .....	75,2 mm
Rapporto di compressione: .....	11,2:1
Potenza massima: .....	465 kW (630 CV)
Regime di potenza massima .....	7500 giri/min
Coppia massima: .....	652 Nm (66,5 kgm)
Regime di coppia massima: .....	5500 giri/min
Regime massimo ammesso: .....	7700 giri/min
Lunghezza: .....	5143 mm
Larghezza: .....	2096 mm
Altezza .....	1205 mm
Passo: .....	2800 mm
Carreggiata anteriore: .....	1660 mm
Carreggiata posteriore: .....	1650 mm
Sbalzo anteriore: .....	1248 mm
Sbalzo posteriore: .....	1095 mm
Diametro di sterzata: .....	12 m
Capacità serbatoio: .....	115 l
Peso a secco: .....	1335 kg
Ripartizione: .....	41% ant. - 59% post.
Rapporto Peso / Potenza: .....	2,1 kg/CV
Velocità massima: .....	>330 km/h
Accelerazione da 0 a 100 km/h: .....	3,8 s

Accelerazione da 0 a 200 km/h: .....	9,9 s
Accelerazione 0-400 metri: .....	11,3 s
Accelerazione 0-1000 metri: .....	20,1 s

## **2.1 Procedura operativa**

Si descrive brevemente come si è svolto tutto il lavoro di progetto, evidenziando, eventualmente, le scelte fondamentali per il disegno.

Dopo aver effettuato, come già descritto, i rilievi sulla base di partenza della MC12, si è deciso di avvalersi di un software CAD in cui inserire le misure fatte e poter stampare uno schizzo con gli ingombri della meccanica della vettura e con il reticolo di riferimento; questa scelta si è rivelata utile nei primi studi di stile, perché si sono potute tentare diverse soluzioni senza rischiare di postarsi dietro errori nel tracciamento degli ingombri o del reticolo stesso.

### **2.1.1 Scala di rappresentazione**

Naturalmente la rapidità con cui è possibile, a questo punto, ottenere il layout di base della vettura, sul quale studiare la forma della carrozzeria, deve essere accompagnato da altrettanta rapidità e comodità nell'esecuzione a mano degli schizzi. Per questo si è scelta una scala 1:10 per la realizzazione dei primi bozzetti di stile, con dimensioni contenute dei disegni e buon colpo d'occhio d'insieme.

Nella seconda fase di realizzazione del piano di forma si opta invece per una scala di rappresentazione che consente un buon compromesso tra precisione e dimensioni massime del disegno, nonché immediatezza nel calcolo delle quote fondamentali. La scelta più ovvia è quindi per la scala 1:5, che ha suddetti vantaggi.

### **2.1.2 Layout del disegno**

Una volta scelta la scala si passa alla realizzazione fattiva delle proiezioni ortogonali, disposte sul foglio con un ordine ben preciso e realizzate con lo stesso ordine logico e cronologico.



- per primo si realizza il prospetto laterale, o fianco, perché il più intuitivo e ricco di informazioni;
- quindi si realizza la pianta, la metà di sinistra per la precisione, allineata sotto il fianco;
- infine si realizzano i semi-prospetti anteriore e posteriore, rispettivamente a sinistra e a destra di quello laterale.

Successivamente si passerà al tracciamento delle sezioni trasversali ed assiali per completare il piano di forma, come descritto più avanti.

### **2.1.3 *Dettagli stilistici e normati***

L'ultimo passo consisterà nel realizzare, o completare in qualche caso, i dettagli imposti da normativa, quali le sedi per le targhe, i fari e le varie prese d'aria lungo la vettura. Si mettono a punto nell'ultima fase perché nella maggior parte dei casi è necessario conoscere la forma definitiva della vettura per poter tracciare nel migliore dei modi il dettaglio.

Comunque anche questa fase sarà approfondita più avanti.



La normativa non impone direttamente la posizione del manichino, ma pone dei vincoli per quanto riguarda il campo di visibilità, l'assenza di impatti nell'interno dell'abitacolo e l'inclinazione ottimale della schiena. In particolare da normativa deve essere garantita la visibilità del conducente, mediante i seguenti angoli:

- 17° a sinistra rispetto ad un piano longitudinale verticale passante per il punto di vista;
- 7° in basso rispetto ad un piano longitudinale orizzontale passante per il punto di vista;

in più tutto la parte anteriore deve trovarsi al di sotto di un piano inclinato di 5° rispetto all'orizzontale, passante per il punto di vista.

Tutto ciò si è tradotto nel posizionamento del punto H a 1250 mm dall'assale anteriore e a 170 mm dal fondo vettura con una inclinazione del busto che si attesta sui 21°. In questa maniera si riesce a rispondere quasi a tutti i requisiti, ma si rende necessaria una modifica del montante anteriore per evitare l'impatto della testa. La modifica del montante è stata condotta nell'intento di mantenere invariata l'inclinazione e la forma del parabrezza, per motivi aerodinamici (si parte da una base MC12, in cui l'aerodinamica è già ottimizzata) e per evitare la produzione di un pezzo nuovo. Quindi di fatto il vetro è stato traslato più in alto e il montante leggermente modificato di conseguenza. Anche il curvano si sposta di conseguenza più in alto, ma non pregiudica la visibilità del conducente.

Va sottolineato che si è reso necessario effettuare le varie modifiche contestualmente, non si è potuto seguire un ordine logico preciso, in quanto tutte collegate tra loro e l'alterazione di una parte comporta obbligatoriamente aggiustamenti nelle altre; in definitiva la configurazione scelta è quella che consente il miglior compromesso tra abitabilità, sicurezza e moderazione negli interventi sul telaio originale nella zona del parabrezza.

Il lavoro più complesso, per quanto riguarda questa fase, è stato quello di coadiuvare il rispetto delle condizioni citate con lo stile dell'auto.

Infatti, i vincoli legati al campo di visibilità hanno imposto dei limiti anche alla bombatura dei passaruota anteriori, che sono stati riadattati rispetto allo stile ideato inizialmente.

### **3.1.2 Impatto pendolo**

La prova di crash è effettuata mediante un pendolo, solidale alla stessa struttura sulla quale è installato il veicolo. L'apparecchio di test consiste in un pendolo all'estremità del quale è montato un simulacro di testa di 165 mm di diametro e la cui massa di percussione, ridotta al centro di percussione vale 6.8 kg. Sul simulacro sono poi installati degli accelerometri, in base alla lettura dei quali si stilano i risultati, dovendo essere la decelerazione impressa al pendolo non superiore ad 80 g per più di 3 ms. Secondo la normativa europea il pendolo deve colpire la scocca a 445 mm da terra, con veicolo scarico e carico, senza danneggiare organi fondamentali o gruppi ottici, in modo da consentire la ripresa della marcia.

La normativa USA, più restrittiva, prevede una altezza da terra di 20", pari a 508 mm, ed una profondità minima di 200 mm dietro il punto di impatto.

Chiaramente si sceglie di rispettare la normativa USA, perché più restrittiva e per non compromettere una possibile e probabile destinazione di vendita del prodotto.

### **3.1.3 Accessori circolazione**

Si intende far rientrare sotto questo titolo tutti i vincoli che riguardano il posizionamento dei vari organi installati sulla carrozzeria, quali i fari, la targa, aperture varie...

Procedendo con ordine è bene ricordare i principali vincoli imposti dalla normativa d'omologazione.

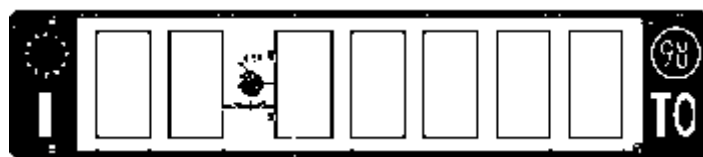
Per quanto riguarda i fari anabbaglianti la norma prevede limiti sia in altezza che in larghezza:

- ✓ in altezza devono trovarsi a non meno di 500 mm dal suolo e a non più di 1200 mm;
- ✓ il bordo più distante dal piano longitudinale mediano 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.

Per quanto riguarda invece la targa la normativa impone le dimensioni della stessa e la posizione:

- ✓ dimensioni targa posteriore: 520x110 mm;
- ✓ dimensioni targa anteriore: 360x110 mm;

- ✓ posizione targa posteriore: la linea verticale mediana della targa non può trovarsi più a destra del piano di simmetria longitudinale del veicolo; il bordo laterale sinistro della targa non può trovarsi più a sinistra del piano verticale parallelo al piano longitudinale di simmetria del veicolo e tangente al luogo in cui la sezione trasversale del veicolo, larghezza fuori tutto, raggiunge la sua dimensione massima. La targa è perpendicolare o sensibilmente perpendicolare al piano di simmetria longitudinale del veicolo. La targa è verticale con un margine di tolleranza di 5°. L'altezza del bordo inferiore della targa dal suolo non deve essere inferiore a 0,30 m, l'altezza del bordo superiore della targa dal suolo non deve essere superiore a 1,20 m.



Per quanto concerne infine le aperture (prese d'aria, stilistiche,...) sulla carrozzeria si riporta semplicemente che non devono superare i 165 mm; questo limite è imposto per una questione di sicurezza, in modo che non possa entrarvi la testa di un bambino, stimata mediamente delle dimensioni date.

### **3.2 Modifiche al telaio**

Al fine di non alterare le doti dinamiche e la sicurezza della vettura si è deciso di non apportare alcuna modifica alle sospensioni ed al telaio in generale.

Gli unici interventi sono stati:

- **altezza da terra**, portata a 120mm per permetterne l'omologazione
- **modifica al montante** del parabrezza per evitare, in caso di incidente, il contatto della testa di oscar con il montante stesso, come descritto precedentemente. A seguito di tale modifica, per evitare di cambiare la curvatura del parabrezza, ed evitare quindi di creare uno stampo per un nuovo vetro con ulteriori costi aggiuntivi, si è modificato anche il curvano, rialzando il supporto della base del vetro

- **Assorbitore:** la zona anteriore della vettura ospita un assorbitore per gli urti frontali. Tale assorbitore è stato arretrato longitudinalmente di 160mm per ridurre lo sbalzo anteriore, considerando una riprogettazione dell'elemento con un struttura tale da mantenere invariate le capacità di assorbimento. Verticalmente invece l'assorbitore è stato rialzato di 120mm.

### 3.3 Pneumatici e sterzo

Una verifica obbligatoria del progetto prevede di verificare che la sterzata delle ruote anteriori non causi il contatto con la carrozzeria.

Per verificare questo calcolo bisogna considerare che l'angolo di king pin e l'angolo di caster non sono nulli, quindi determinano una variazione del camber in sterzata che può generare un contatto della ruota. Dato che il veicolo nasce da una filosofia marcatamente corsaiola vi saranno variazioni importanti degli angoli caratteristici con la sterzata, in particolare dell'angolo di camber. Si effettuerà perciò un'analisi della variazione di tale angolo per verificare che non vi sia contatto con la carrozzeria e che, inoltre, vi sia un gioco sufficiente per permettere la eventuale modifica delle geometrie in caso di necessità.

Il gruppo ha effettuato le seguenti scelte:

- L'attacco della ruota anteriore (zona di battuta del cerchione) si trova a metà del battistrada; cioè a 161mm dalla zona più esterna carrozzeria nella zona del parafrangente anteriore.

Su tale punto all'altezza del centro ruota si posiziona il sistema di riferimento di calcolo

- Misura delle gomme

ANT: 245/35 19

POST: 345/35 19

Dall'analisi dei disegni forniti durante il corso le coordinate dei punti di attacco del portamozzo rispetto al sistema di riferimento precedentemente definito risultano:

	x	y	z
P1	-15	-75	-115
P2	25	-135	190

Con P1 punto d'attacco basso del portamozzo e P2 punto d'attacco alto del portamozzo.

Da questi dati è possibile calcolare le coordinate del versore  $n$  dell'asse di kingpin pari a :

n1	0,13
n2	-0,19
n3	0,97

La matrice di rotazione da utilizzare per il calcolo della variazione di camber risulta:

$$R = \cos \delta I + (1 - \cos \delta) n n^T + \sin \delta n^w$$

$$\text{Con } n^w = \begin{pmatrix} 0 & -n3 & n2 \\ n3 & 0 & -n1 \\ -n2 & n1 & 0 \end{pmatrix}$$

e  $\delta$  l'angolo di rotazione delle ruote anteriori.

Per definire l'entità di quest'ultimo angolo si deve considerare che la vettura ha un diametro di sterzata di 12m che è definito come "Spazio misurato in metri necessario ad un'automobile per effettuare una inversione di marcia completa".

Rappresenta quindi il diametro minimo della traiettoria percorsa dalle ruote più est che permette di effettuare l'inversione. Definisce quindi la sterzata massima possibile del veicolo.

La traiettoria del baricentro sarà:

$$R_G = \frac{\Phi}{2} - \frac{\text{carreggiata media}}{2} = 5,17 \text{ m}$$

Ipotizzando una sterzata tipo **Ackerman** l'angolo di sterzata risulta:

$$\delta = \arctan \left( \frac{\text{passo}}{R_g - \frac{\text{carreggiata media}}{2}} \right) = 32,8^\circ$$

Utilizzando il versore  $m = 0,1,0$  (cioè il versore uscente dal centro ruota) le sue coordinate dopo la sterzata risultano:  $m' = R \cdot m$



m'	
x	-0,53
y	0,85
z	0,04

Quindi la variazione di camber risultante:

$$\gamma = \arctan\left(\frac{z}{y}\right) = 2,67^\circ$$

Quindi bisogna garantire un gioco attorno al pneumatico di almeno:

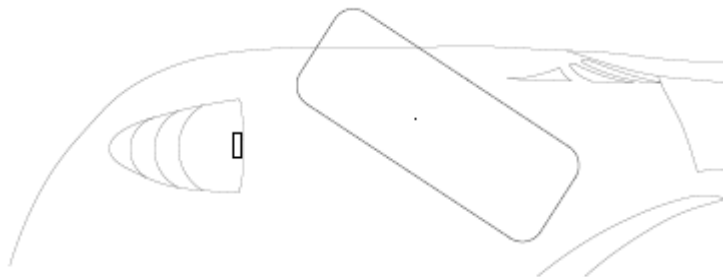
$$g1 = 0,5 \cdot battistrada \cdot \gamma = 327 \cdot \gamma = 5,7 \text{ mm}$$

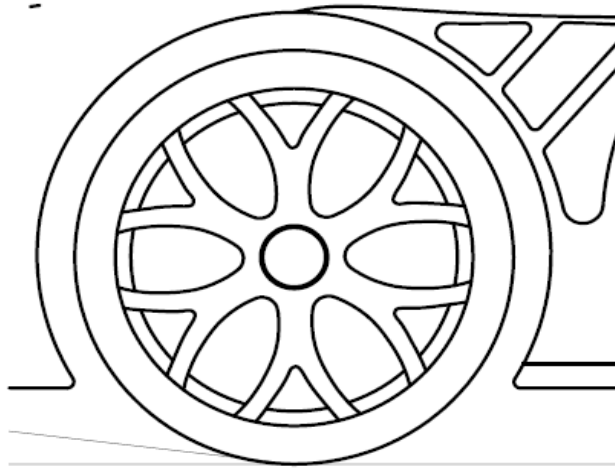
e un gioco a lato del pneumatico:

$$g2 = 0,5 \cdot battistrada - (0,5 \cdot battistrada \cdot \cos(\gamma) + \text{raggio ruota} \cdot \sin \gamma) = 15,15 \text{ mm}$$

Come si vedrà entrambi questi giochi sono ampiamente verificati.

In virtù della piccola variazione di camber che si ha si può considerare la rotazione della ruota attorno al punto di intersezione fra l'asse di king pin e l'asse m passante per il centro ruota. In sostanza lo pneumatico ruota attorno ad un asse ortogonale al terreno a 89.5 mm dal centro ruota.





Si può vedere che la soluzione scelta soddisfa tutti i requisiti precedentemente visti.

### **3.4 Radiatori acqua**

Al fine di limitare lo sbalzo anteriore si è scelto di sostituire i due radiatori anteriori con altri radiatori con superficie scambiante equivalente. Per mantenere i due radiatori, originariamente posti orizzontalmente sarebbe stato necessario aumentarne l'inclinazione. Vincolando la dimensione degli scambiatori e ruotandoli in maniera tale da ottenere lo sbalzo desiderato, ci si ritrovava con un muso molto alto proprio nella fase terminale.

Tale condizione non risultava in accordo con le scelte stilistiche del gruppo, pertanto si è scelto di passare ad una soluzione diversa che riesce a garantire un ingombro verticale contenuto e permette di disegnare un cofano con una linea più raccordata.

Inoltre, per effettuare una ingegnerizzazione migliore del progetto si è deciso di calcolare una superficie utile di raffreddamento per il radiatore.

inoltre

Infatti la vettura in origine fu pensata specificatamente per le corse e quindi la superficie di raffreddamento non venne sicuramente dimensionata per le basse velocità che la guida stradale richiede.

Il propulsore della vettura fornisce una potenza di 465 Kw. Ipotizzando un rendimento di un motore a ciclo otto del 35% è possibile calcolare la potenza ideale di rendimento 1:

$$P_{ID} = \frac{P_E}{\eta_d} = 1328.6 \text{ Kw}$$

In un comune propulsore a benzina la potenza è suddivisa come:

30-35% Potenza utile

35-45% Potenza termica trasferita ai gas di scarico

20-25% Potenza termica trasferita al sistema di raffreddamento

3-8% Potenza termica persa irreversibilmente

Quindi circa il 20% della potenza ideale deve essere smaltita per mantenere una temperatura adeguata nel motore durante il suo funzionamento e pari a 240 Kw termici.

A favore di sicurezza si prende questa potenza termica (valida solo per funzionamento a potenza max del motore e quindi in poche occasioni) come rappresentativa delle potenza termica media che deve essere smaltita in un numero infinito di cicli motore

Dalla legge di Newton per lo scambio termico:

$$\dot{Q} = h A \Delta T \quad .$$

dove h è il coefficiente di scambio termico globale ARIA/ACQUA del radiatore

A è la superficie necessaria per il raffreddamento

$\Delta T$  il salto termico ARIA/ACQUA

Il calcolo di h è molto complesso perchè esso è un coefficiente globale di scambio, cioè deve comprendere lo scambio termico conduttivo fra le pareti del radiatore e gli scambi termici convettivi pareti/aria e pareti/acqua . Tramite l'analogia elettrica esse è la risultante di tre serie di resistenze poste in parallelo:

$$\frac{1}{h_{eq}} = \sum \frac{1}{h_i}$$

Il termine preponderante è lo scambio termico fra le pareti e l'aria. Il calcolo di questo coefficiente può essere ricavato da delle tabelle empiriche in funzione della velocità dell'aria che attraversa il radiatore e la larghezza del pacco radiante.

Mantenendo la larghezza d'origine  $L=60\text{mm}$  e ipotizzando una velocità dell'aria di  $15\text{m/s}$  ( $55\text{ km/h}$  cioè marcia cittadina)  $h$  assume un valore di  $120\text{ W/m}^2\text{ K}$ .

Il calcolo del salto termico  $\Delta T$  è una funzione delle temperature di entrata/uscita dell'aria e dell'acqua. Si può approssimare questo valore come una media aritmetica:

$$\Delta T = \frac{T_{W_{EN}} + T_{a_{EN}}}{2} + \frac{T_{W_{OUT}} + T_{a_{OUT}}}{2} = T_W - T_a - \frac{\Delta T_r + \Delta T_a}{2} = 61.5\text{ K}$$

Con

$T_W$  = temperatura massima del liquido refrigerante ( $378\text{K}$ )

$T_a$  = temperatura ambientale ( $300\text{K}$ )

$\Delta T_r$  = abbassamento temperatura liquido ( $8\text{ K}$ )

$\Delta T_a$  = innalzamento temperatura aria ( $25$ )

Si hanno quindi tutti i dati per ricavare la superficie di contatto necessaria  $A=32,4\text{ m}$ .

Attraverso un coefficiente di compattezza  $\zeta$  che esprime la superficie effettiva di scambio esposta all'aria  $A_a$  per unità di volume di ingombro.

$$\xi = \frac{A_a}{SL} \approx 500 \div 1000\text{ m}^{-1}$$

Il vale viene scelto in base al tipo di radiatore.

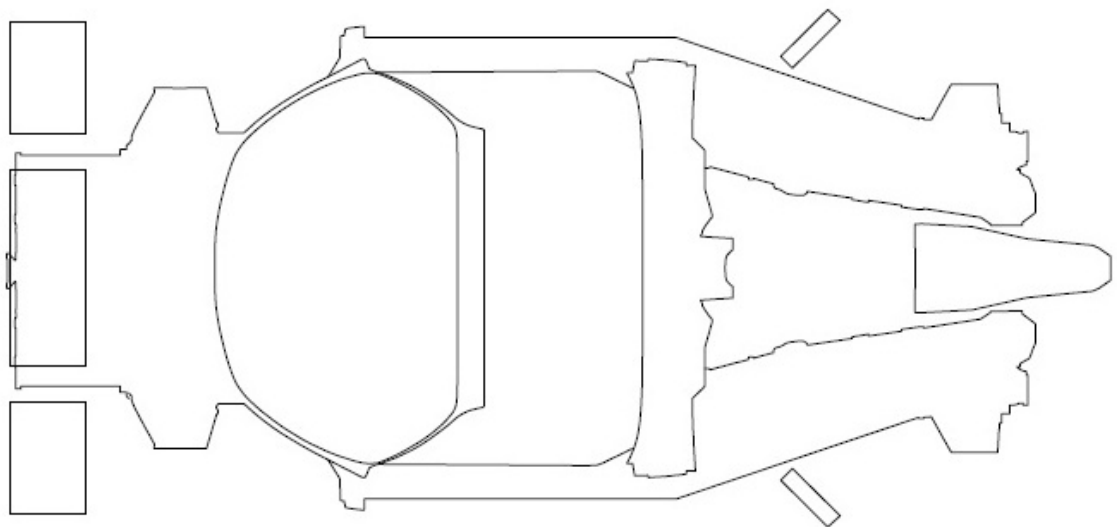
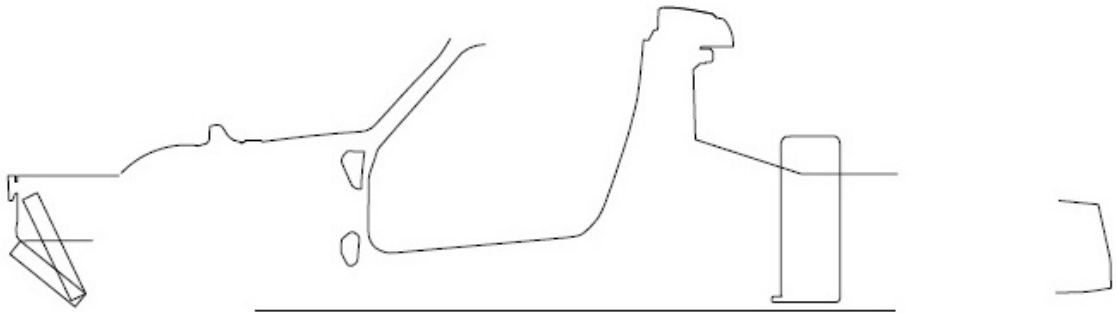
Ipotizzando  $\zeta = 1000\text{m}^{-1}$  si ricava la superficie frontale del radiatore  **$S=0,54\text{ m}^2$**

Da questa analisi si perviene alla scelta fatta dal gruppo di prevedere un radiatore centrale di dimensione  $300\text{mm} \times 700\text{mm}$  e due radiatori laterali di  $400\text{mm} \times 400\text{mm}$  che forniscono una superficie totale di  $0,53\text{m}^2$  accettabile dal calcolo precedente.

Ricapitolando i radiatori scelti sono:

1x 300mm X 600mm L=60mm

2x 400mm X 400mm L=60mm



### **3.5 Radiatori olio / presa laterale**

Dato l'elevato carico termico del motore, si è scelto di non variare né la posizione né la superficie dei due radiatori dell'olio posti nella parte posteriore della fiancata.

Il problema principale è stato scegliere una geometria delle bocche laterali tale da assicurare,

nel contempo, una sufficiente portata d'aria agli scambiatori ed un accordo con le scelte stilistiche del resto della vettura.

Inoltre, tale scelta è stata vincolata anche dalla normativa d'omologazione che impone una larghezza della bocca non superiore ai 165mm

## 4 STILE

Il progetto dell' Alfa 33 Stradale nasce dall'idea di sfruttare le ottime doti prestazionali delle vetture da competizione della casa del biscione, alla fine degli anni '60, e renderle sfruttabili su strada.

Su questo concetto si è basata l'evoluzione di un'auto dal carattere così spiccatamente cor-saiolo, qual'è la Maserati MC12, con lo scopo di ricalcare le linee della storica 33, non solo da un punto di vista estetico, ma anche concettuale; sviluppare quindi una vettura basata su una meccanica altamente prestazionale (MC12), per ottenerne una versione stradale perfettamente omologabile, che rispetti i moderni standard di sicurezza e confort, mantenendo linee sobrie ed inconfondibili.









Il mercato già presenta progetti che hanno mirato a quest'obiettivo, primo tra tutti, a nostro parere, è l'Alfa Romeo 8C Competizione, di per se una reinterpretazione in chiave moderna della passata Alfa Romeo 33. Considerata da molti come una delle auto più ricche di fascino degli ultimi decenni, la 8C Competizione unisce perfettamente lo stile e l'eleganza, tipicamente retrò, con la grinta e le prestazioni di oggi.

Il progetto sviluppato riprende da essa i concetti delle linee morbide e classiche nell'anteriore, tondeggianti e prive di spigoli, con fari a goccia e scudetto verticale privo di barre orizzontali.

La presa d'aria anteriore ha un disegno semplice ma, grazie alle generose dimensioni, obbligate dalle necessità del prestante motore, fanno subito intuire, a chi la osserva, le doti motoristiche nascoste sottopelle.



Per lo sviluppo della profilo laterale della vettura che, nella parte posteriore deve presentare una presa d'aria per il raffreddamento dell'olio motore, ci si è fortemente ispirati alle vetture sport prototipo degli anni '60, creando una fenditura raccordata con la portiera.



Tale concetto è stato ripreso anche in quella che è, meccanicamente parlando, la gemella della Maserati MC12, la Ferrari Enzo.

Condivide infatti con essa gran parte dei componenti nascosti dalla carrozzeria.

Il “vestito” invece è notevolmente differente. Siccome il lay-out delle due vetture è identico ci è stato molto di aiuto studiare come in Ferrari hanno scelto di vestire la imponente meccanica dell’auto.

Le caratteristiche del motore rendono necessaria una grandissima quantità d’aria anche alle basse velocità, per questo motivo è d’obbligo una grande apertura con dimensioni difficilmente conciliabili con le norme di omologazione. Come la Ferrari, abbiamo optato per uno sviluppo della presa d’aria prettamente verticale e aderente, ottenendo un’apertura sufficientemente grande ma sottile, quindi non pericolosa.



Nella definizione delle linee del fianco vettura sono importanti anche gli sfoghi per l'aria dei radiatori, disposti sull'estremità superiore del passaruota anteriore.

Questi, fortemente ispirati a quelli presenti nella vecchia 33 Stradale, sono stati introdotti proprio per dare un marcato segno di continuità con la Coupè del Biscione.

Nella parte posteriore si è cercato di mantenere tutti quegli elementi funzionali presenti nella meccanica originale della MC12, quale il diffusore, la griglia per lo sfogo dell'aria calda proveniente dal cofano motore, e la presenza di uno spoiler. Tutto ciò è stato realizzato cercando di mantenere delle linee che richiamassero lo stile Alfa e, in modo particolare, quello della 33 o della sua derivata 8C, cercando nello stesso tempo di realizzare qualcosa di diverso.

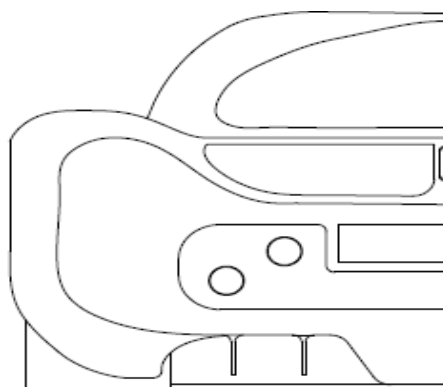
Un altro particolare che balza subito all'occhio è la posizione degli scarichi; rialzati e posti ai lati della targa. Tale scelta è stata dettata, oltre che dallo stile, soprattutto dal diffusore.

Infatti in questa posizione lo scarico non toglie spazio all'appendice aerodinamica sopra citata, che, in questo modo, riesce a mantenere un'altezza sufficiente per adempiere in modo corretto alle sue funzioni. Anche se questa soluzione potrebbe sembrare poco elegante, ricorda che la derivazione di quest'auto è il mondo delle competizioni. A marcare ancora di più quest'aspetto c'è anche l'ampia superficie retata, nera, di ovvia provenienza corsaiola.

Tuttavia, la scelta dei dettagli è sempre stata fatta cercando di "raccordare" la componentistica racing con lo stile Alfa.

## 5 CURA DELL'AERODINAMICA

Nel definire le caratteristiche aerodinamiche della nostra vettura si è tenuto conto della sua vocazione sportiva ma stradale, e delle caratteristiche dei modelli Alfa Romeo a cui è ispirata, non trascurando il family feeling caratterizzato da una sportività marcata ma elegante ed evocativa, mai pacchiana; sarebbero quindi state fuori luogo appendici aerodinamiche evidenti e non ben integrate nella vettura. Considerando però le prestazioni dell' auto si è ritenuto necessario provvedere una certa deportanza al posteriore garantita nel nostro caso dal diffusore sottoscocca che sfrutta buona parte dalla larghezza del posteriore, lasciando lo spazio al centro per la scatola del cambio. Inoltre il posteriore integra uno spoiler che non emerge però dal profilo dei fianchi posteriori, ma è inglobato in essi; questa soluzione permette di generare ulteriore deportanza senza disturbare la pulizia delle linee posteriori.



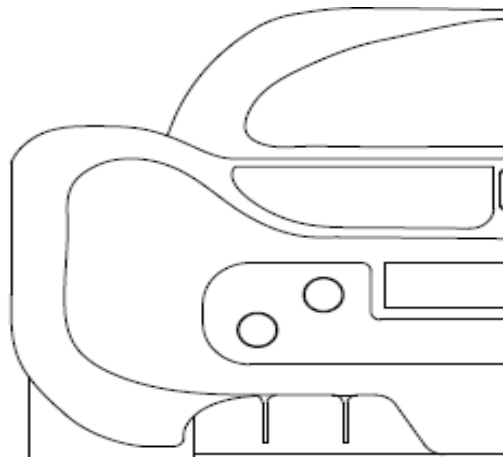
Volendo ridurre il più possibile la resistenza aerodinamica della vettura, per esaltarne al massimo le prestazioni velocistiche: in generale la ridotta sezione frontale, la pulizia delle linee e l'assenza di appendici e vari elementi di disturbo sono tutti aspetti che contribuiscono a conferire alla nostra vettura un'ottima penetrazione aerodinamica; in particolare si è fatta attenzione a mantenere profili arrotondati all'anteriore, mentre l'airscoop è stato integrato nel tetto grazie ad una presa NACA; inoltre la linea che scende dal tetto alla coda (dalla sommità del tetto all'estremità dello spoiler) forma con l'orizzontale un angolo di circa 12 gradi, dato che ottimizza il coefficiente di resistenza (vedi gli studi sul corpo di Ahmed).



Le prese d'aria anteriori vengono mantenute in linea stilistica Alfa e simili a quelle d'origine.  
Il corretto flusso d'aria ai vari radiatori sarà garantito da opportuni convogliatori.



Per aumentare l'evacuazione dell'aria calda in eccesso proveniente dal motore e per raffreddare i radiatori dell'olio si svilupperà un presa laterale.

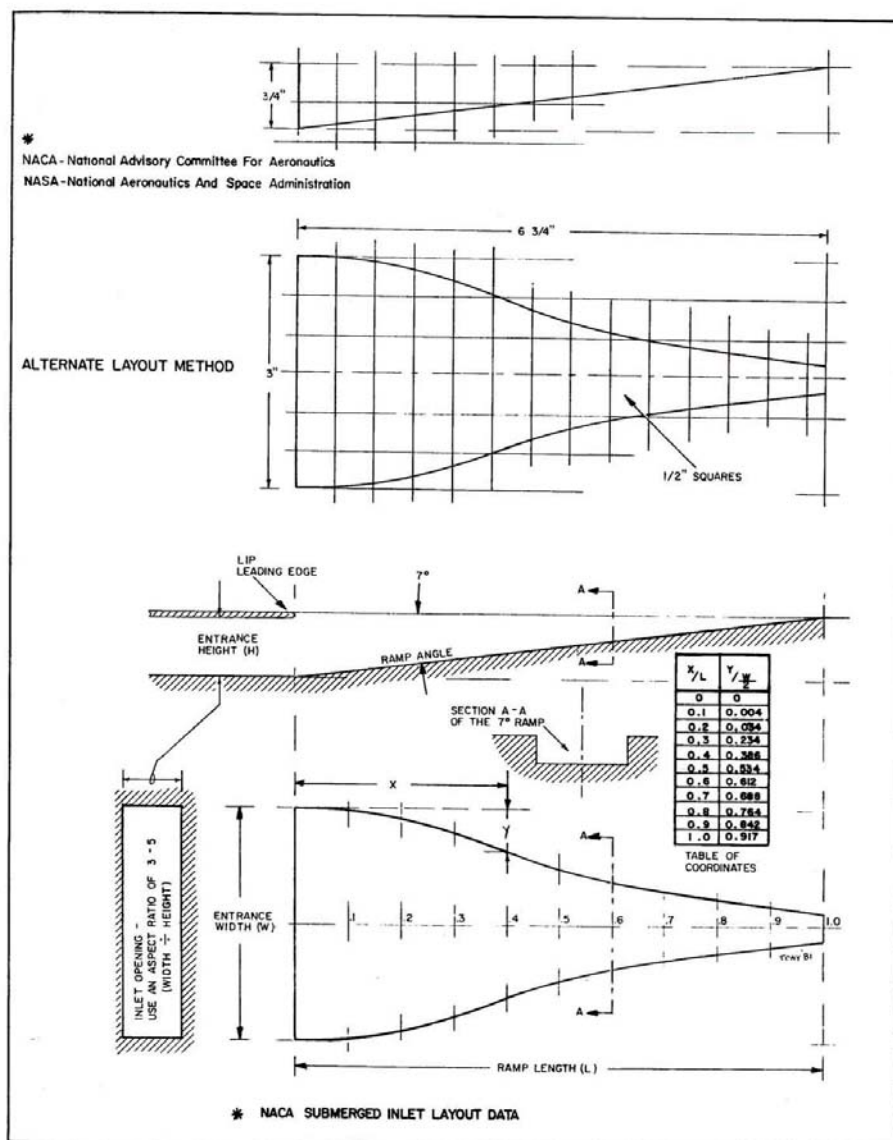


## 5.1 Presa NACA

Una delle scelte del gruppo è stata quella di sostituire l' AIRSCOOP con un presa di tipo NACA.

Una presa NACA è una presa d'aria a bassa resistenza aerodinamica. Grazie alla curvatura del suo profilo e alla lieve rampa di entrata crea una serie di vortici controrotanti che deviano lo strato limite e impediscono il formarsi dei distacchi intrinsecamente dissipativi.

Per creare il profilo è possibile ricorrere alla tabella di sviluppo seguente:

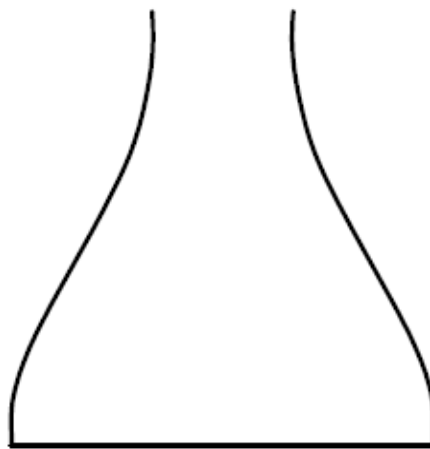


Definiti i parametri  $L$  (lunghezza presa) e  $W$  (larghezza presa) è possibile creare un profilo dall'involuppo di un serie di punti dati dalla tabella esposta.

Per creare la minor perdita aereodinamica e nel contempo creare la massima portata di aria al motore  $L$  sarà la massima lunghezza disponibile sul tetto della vettura e pari a 520 mm.

La larghezza della presa  $W$  viene assunta di 500mm; inoltre l'angolo di attacco che porta all'interno del vano motore viene assunto come ottimale di  $7^\circ$ .

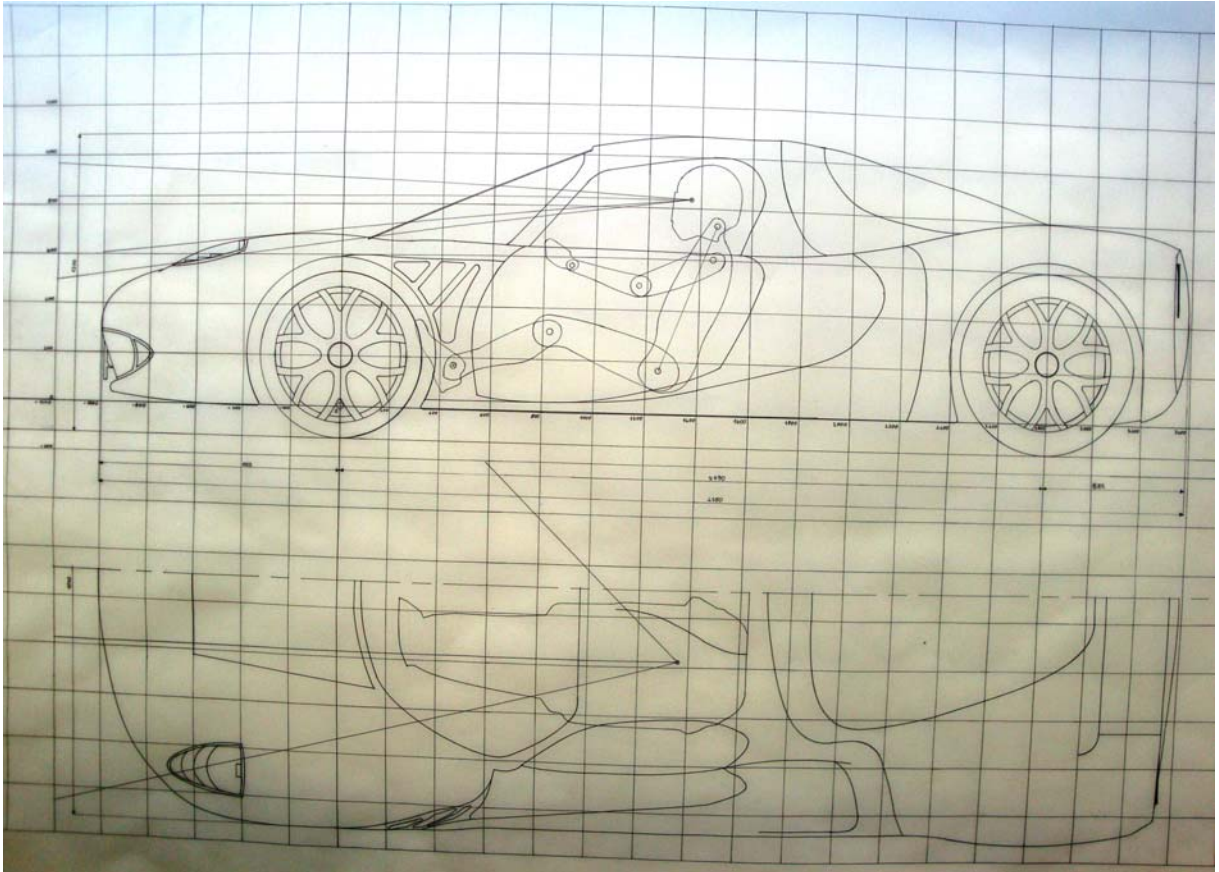
Questi dati portano alla creazione del profilo presente nel disegno.

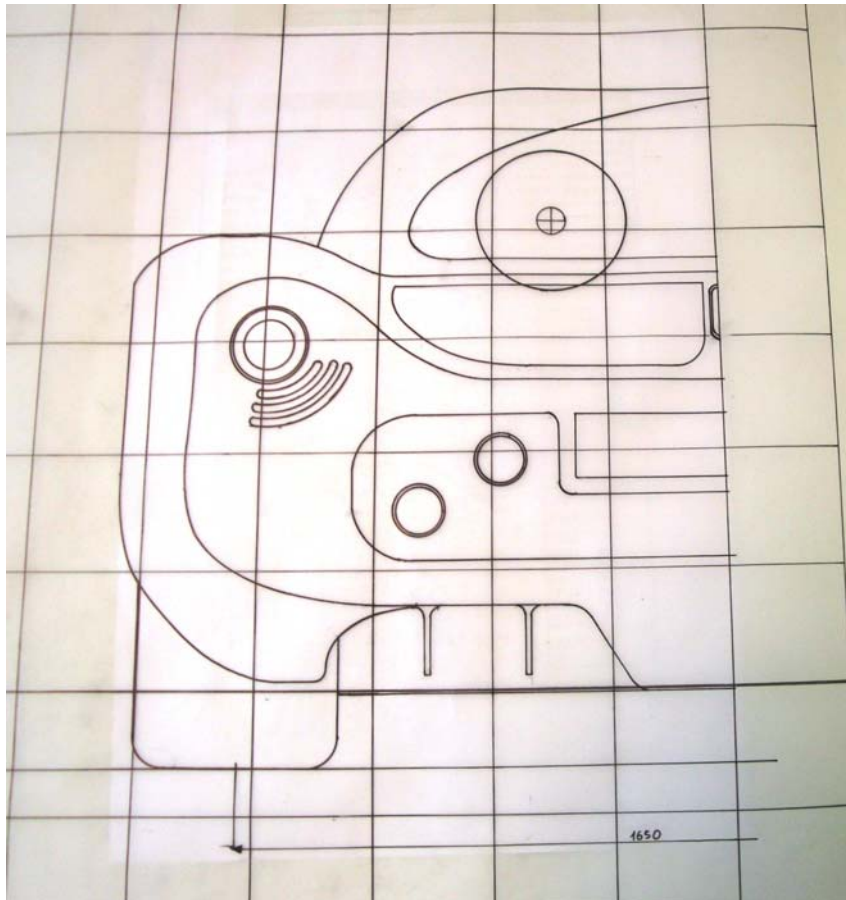
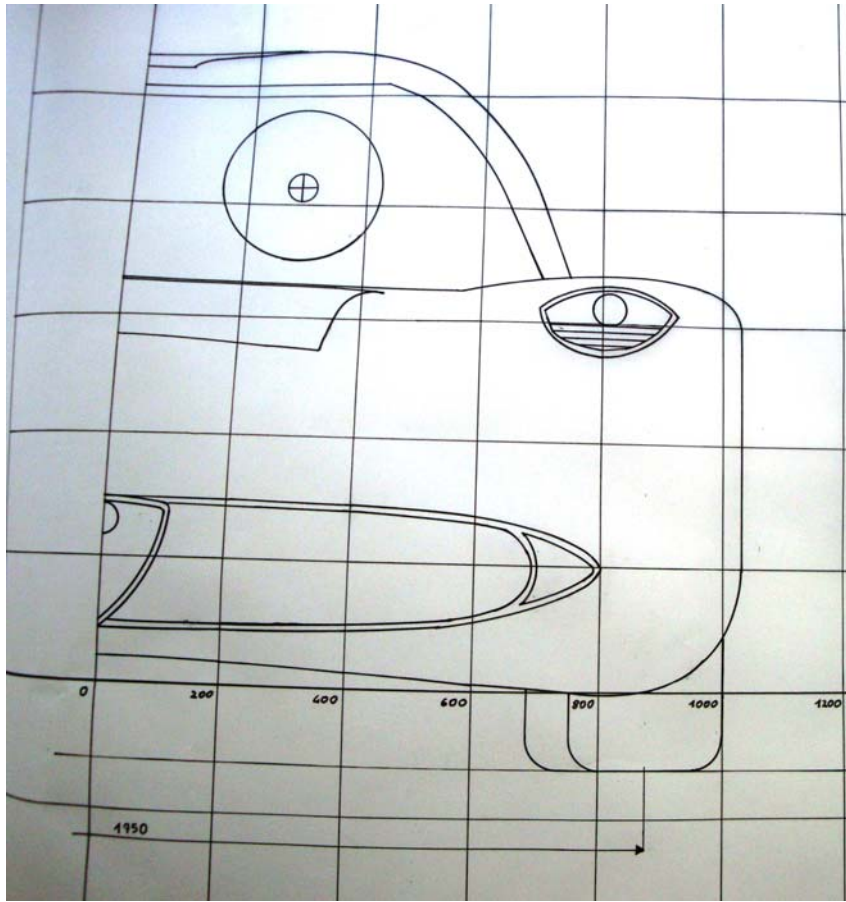


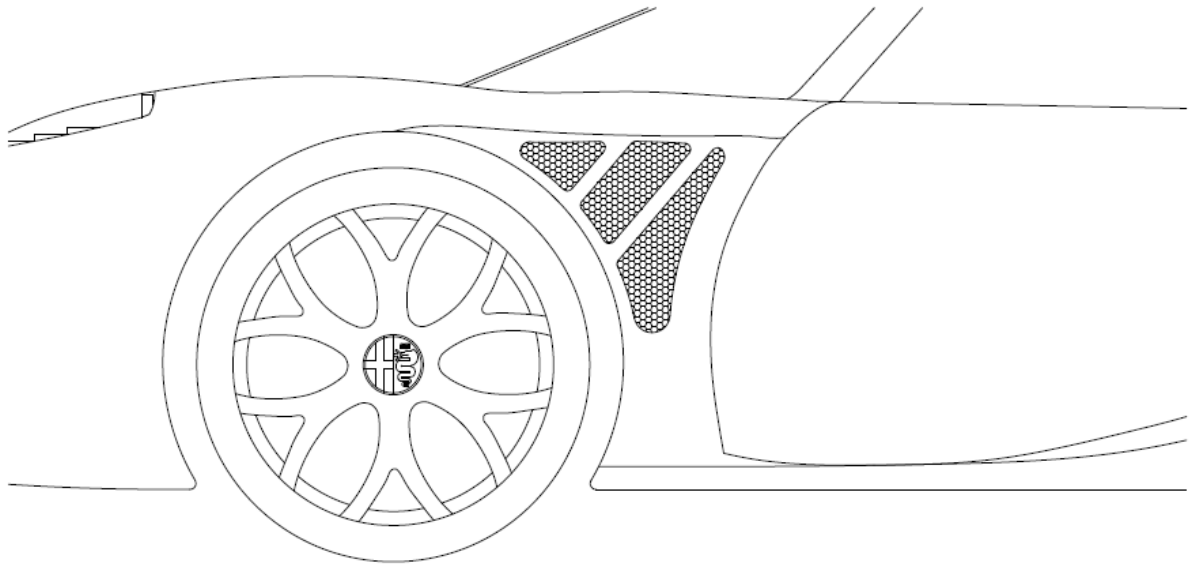
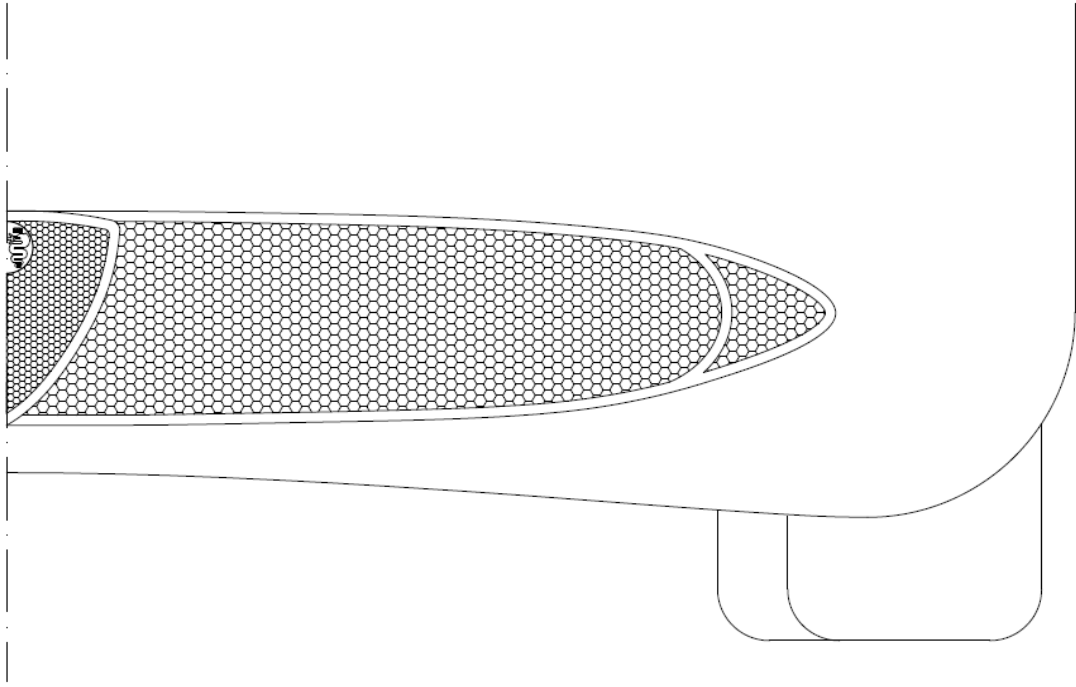


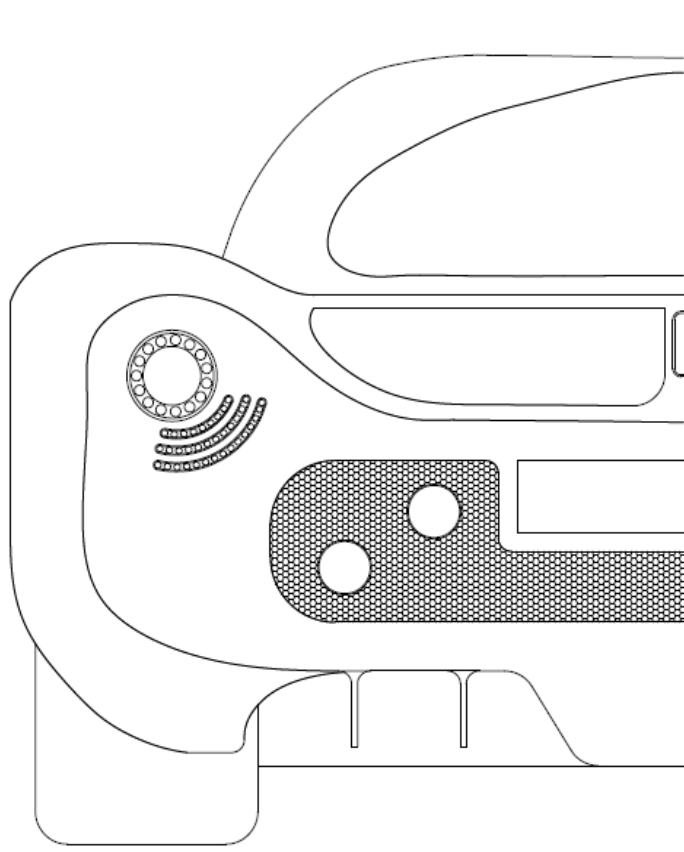
## 6 CONCLUSIONE

Si riportano, a conclusione del lavoro svolto alcune fotografie fatte al disegno realizzato, in seguito digitalizzate per poter rappresentare alcuni dettagli, pure riportati nelle immagini seguenti.

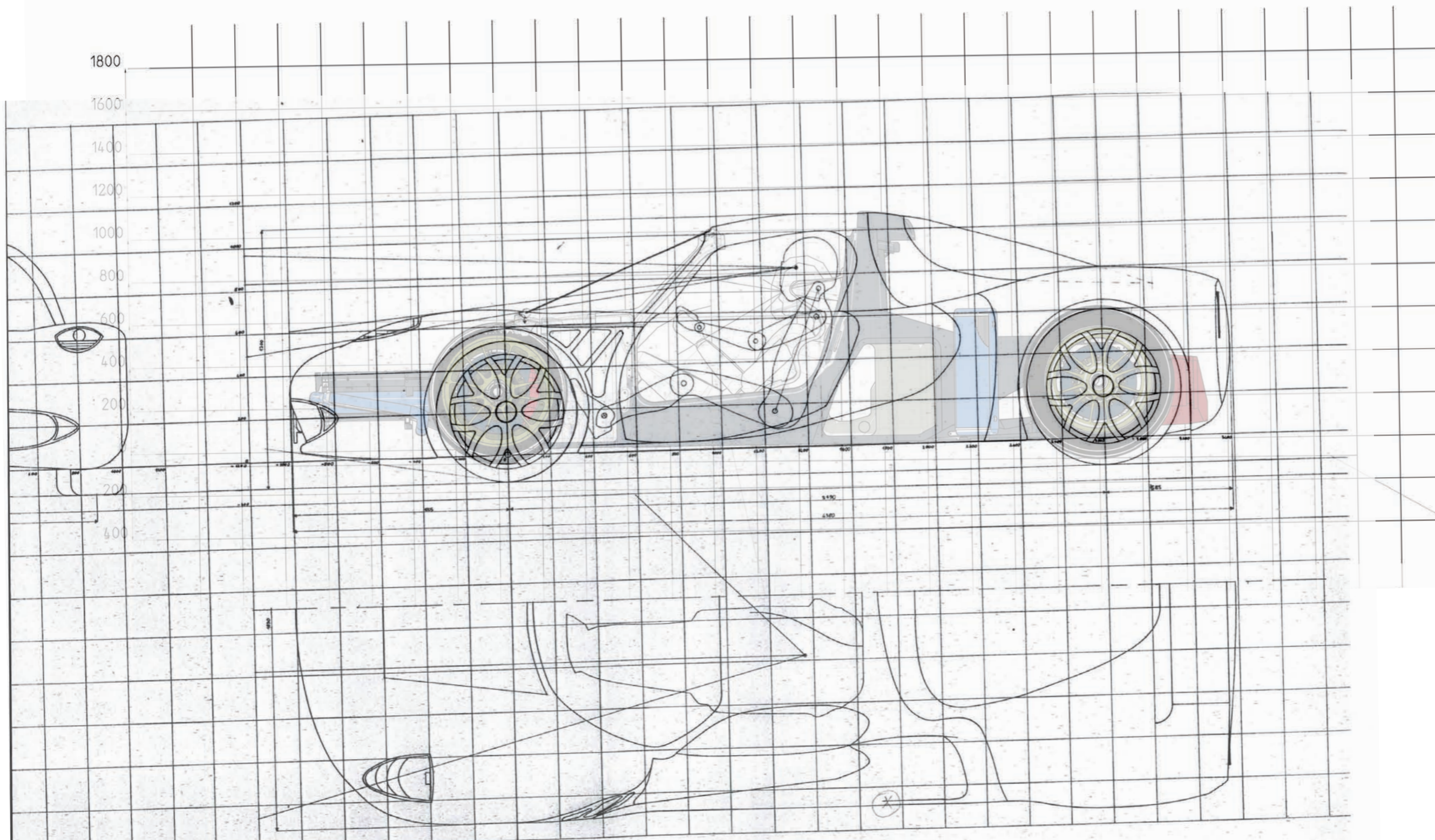






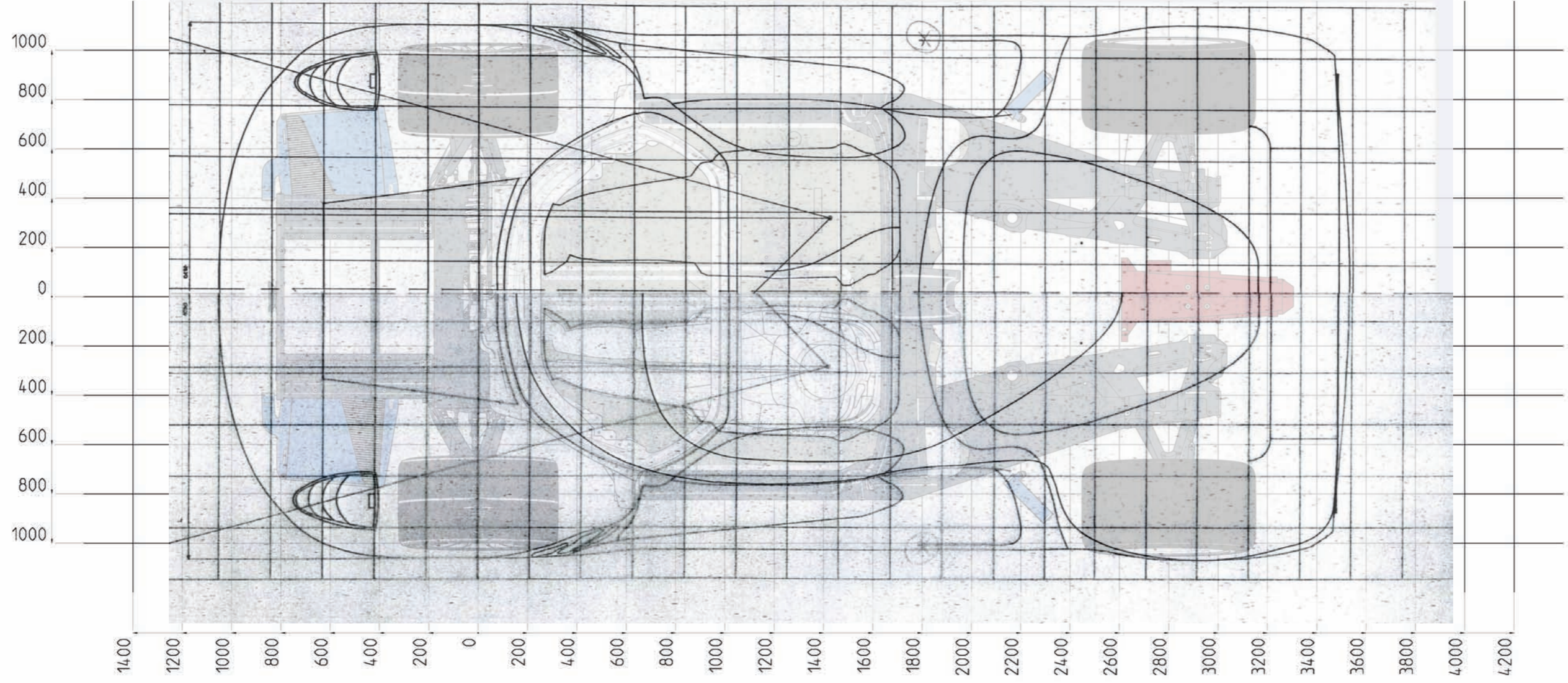


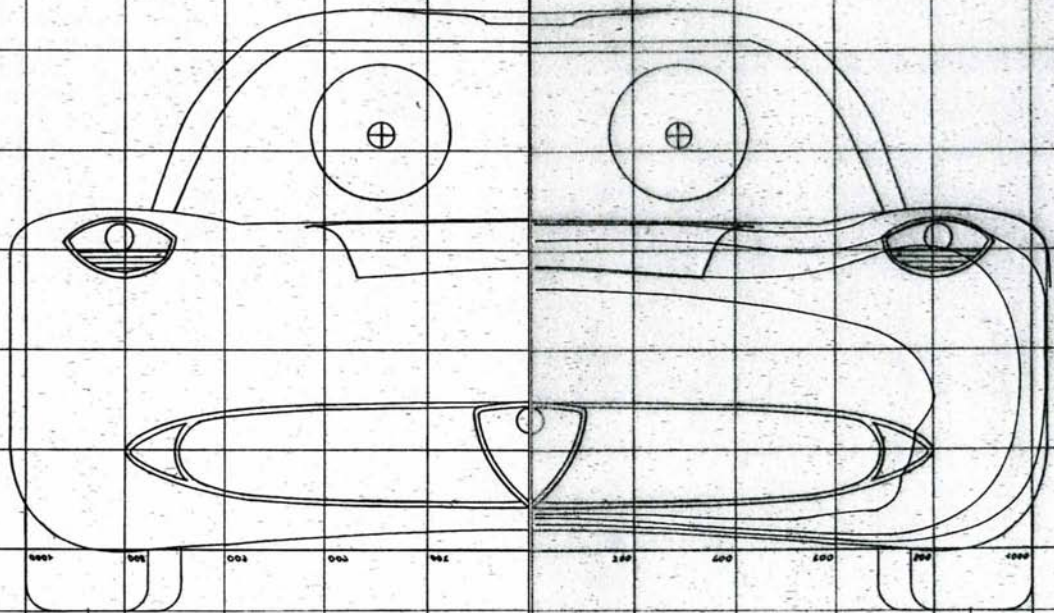




Linea di terra







1000

900

800

700

600

500

400

300

200

100

0

1420

0510



