

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale  
«Modellazione del sistema di  
raffreddamento della vettura  
Bernardi: scatola superiore»***

Tutor universitario: Prof. Giovanna Cavazzini

Laureando: *Giovanni Campanella*

Padova, 20/09/2022

## LA VETTURA BERNARDI

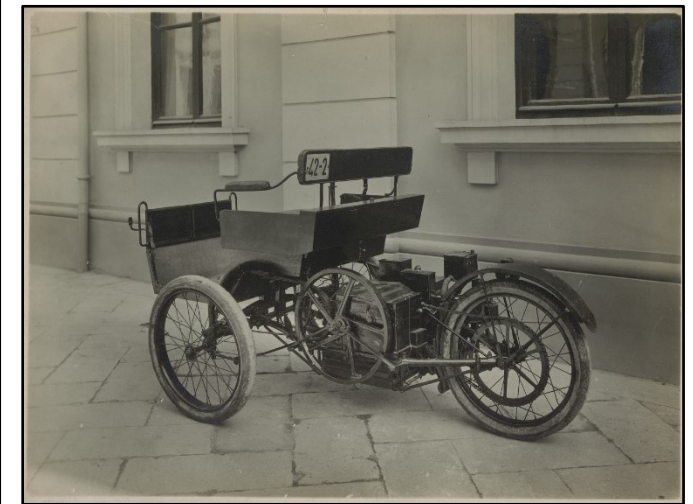
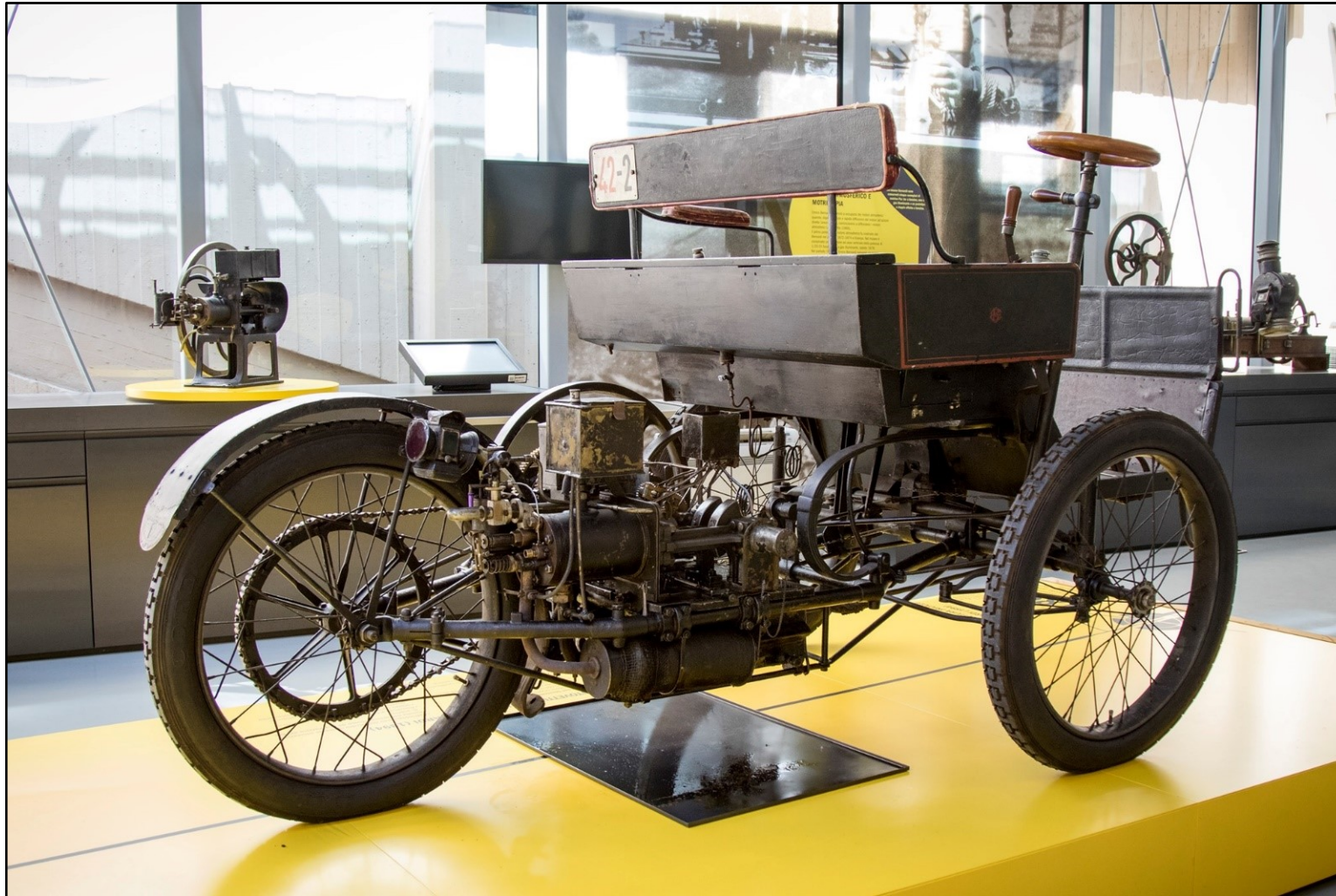


Fig. 1, 2, 3: vettura attualmente esposta al Museo di Macchine Bernardi e foto storiche dall'archivio di Enrico Bernardi (1;2)

## IL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO: scatola superiore

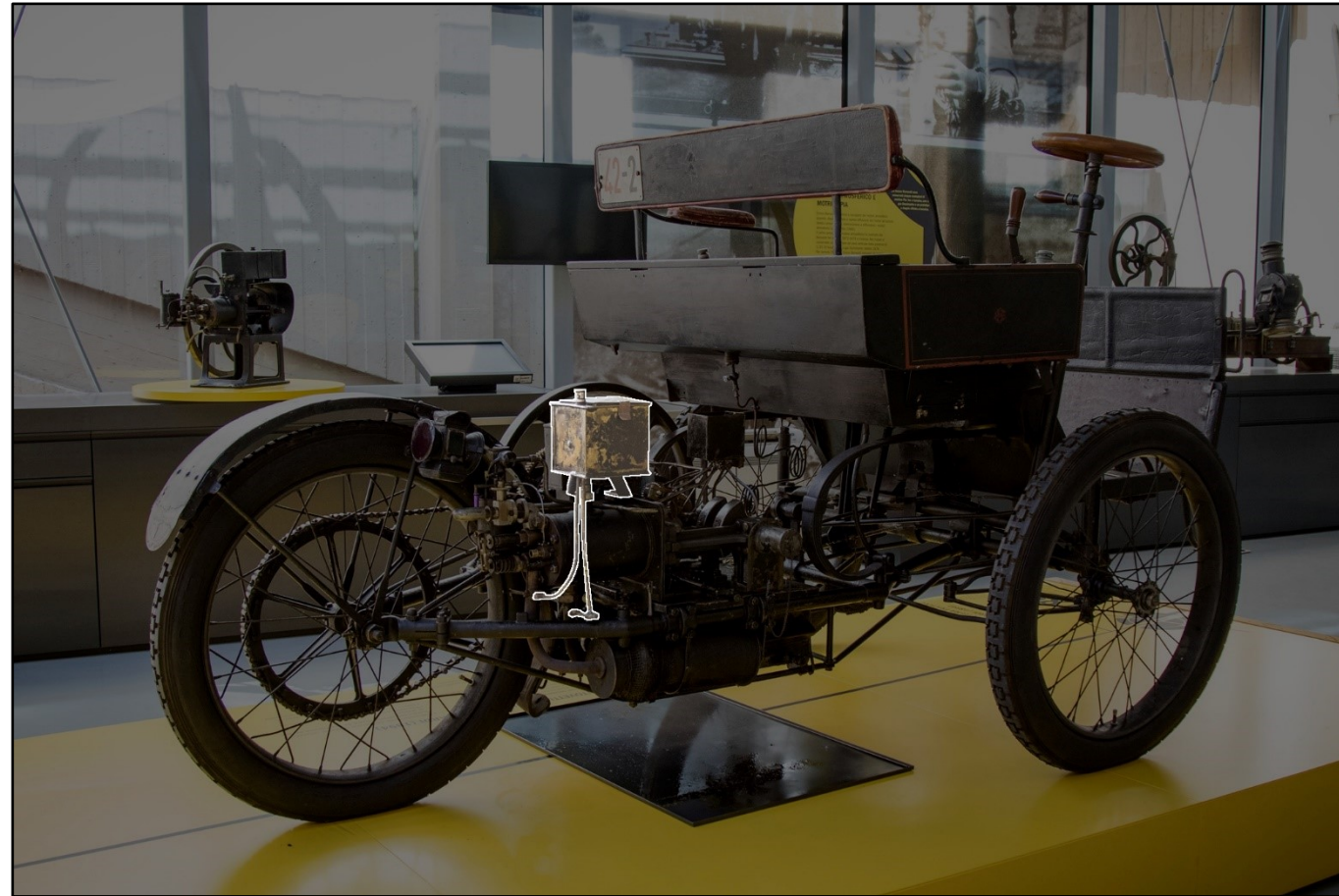


Fig. 4: scatola superiore del sistema di raffreddamento

## IL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO: scatola superiore



Fig. 5: vista frontale

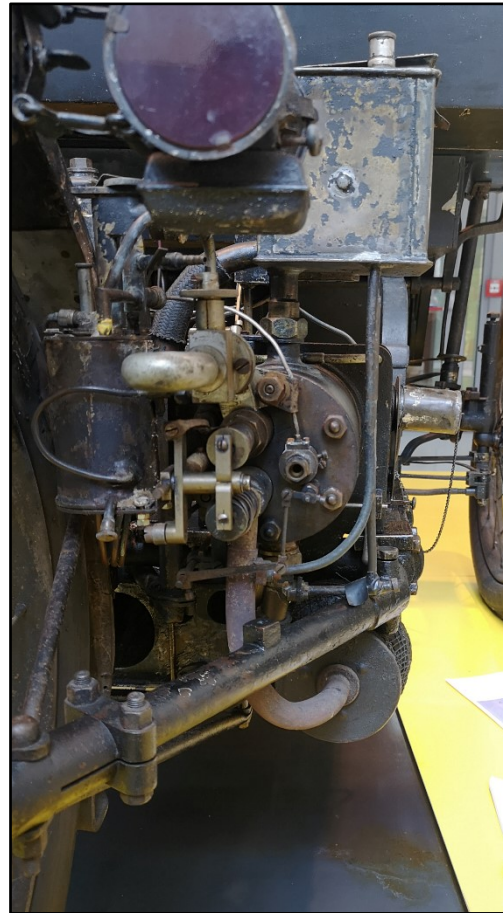


Fig. 6: vista laterale



Fig. 7: scatola superiore, coperchio aperto

## IL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO: scatola superiore

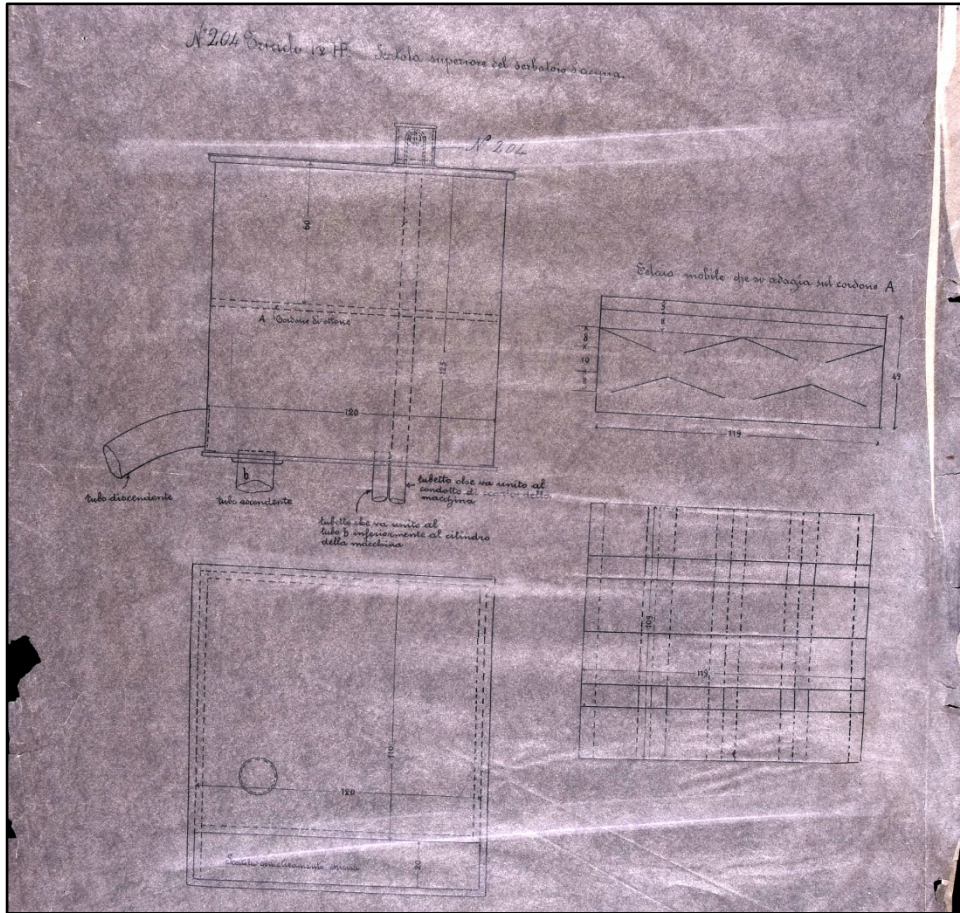


Fig. 8: disegno originale della scatola superiore

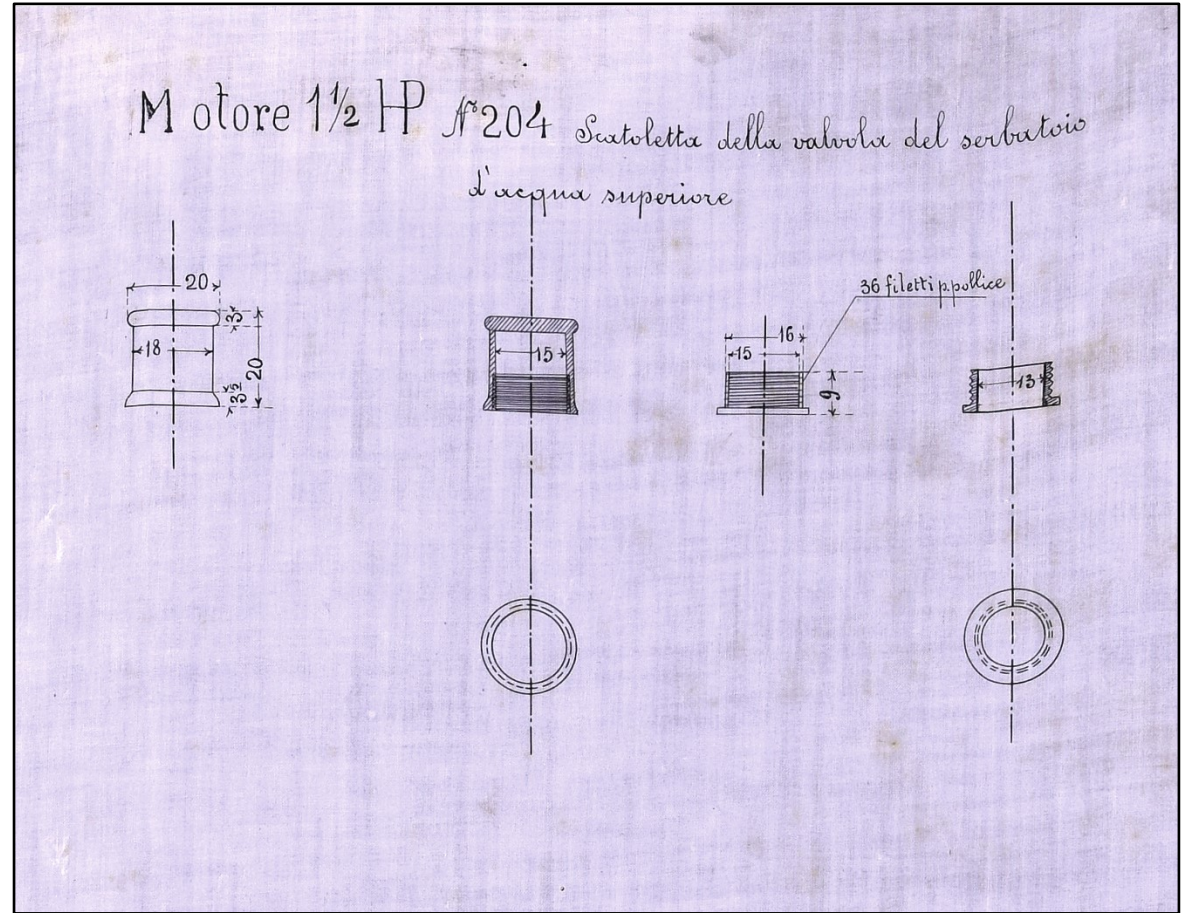


Fig. 9: disegno originale del tappo della valvola

## 1. UN CONFRONTO STORICO: le vetture di Daimler, Maybach e Benz

**Analisi dei sistemi di raffreddamento** adottati nei loro veicoli **dai tre ingegneri tedeschi** Gottlieb Daimler, Wilhelm Maybach e Carl Benz, dalla *Reitwagen* di Daimler (1885) al radiatore a nido d'ape di Maybach (1900). Dal **confronto con il Sistema Bernardi** (1894), emergerà la particolare **efficacia di quest'ultimo**.

## 2. CONSIDERAZIONI SULLE OPERAZIONI DI MISURA E MODELLAZIONE IN CAD

**Descrizione del processo di modellazione**, tramite Solidworks, **della scatola superiore** del sistema di raffreddamento della vettura Bernardi. Le informazioni necessarie a ciò derivano dai documenti originali e da misure prese sul veicolo stesso.

## DAIMLER REITWAGEN - 1885

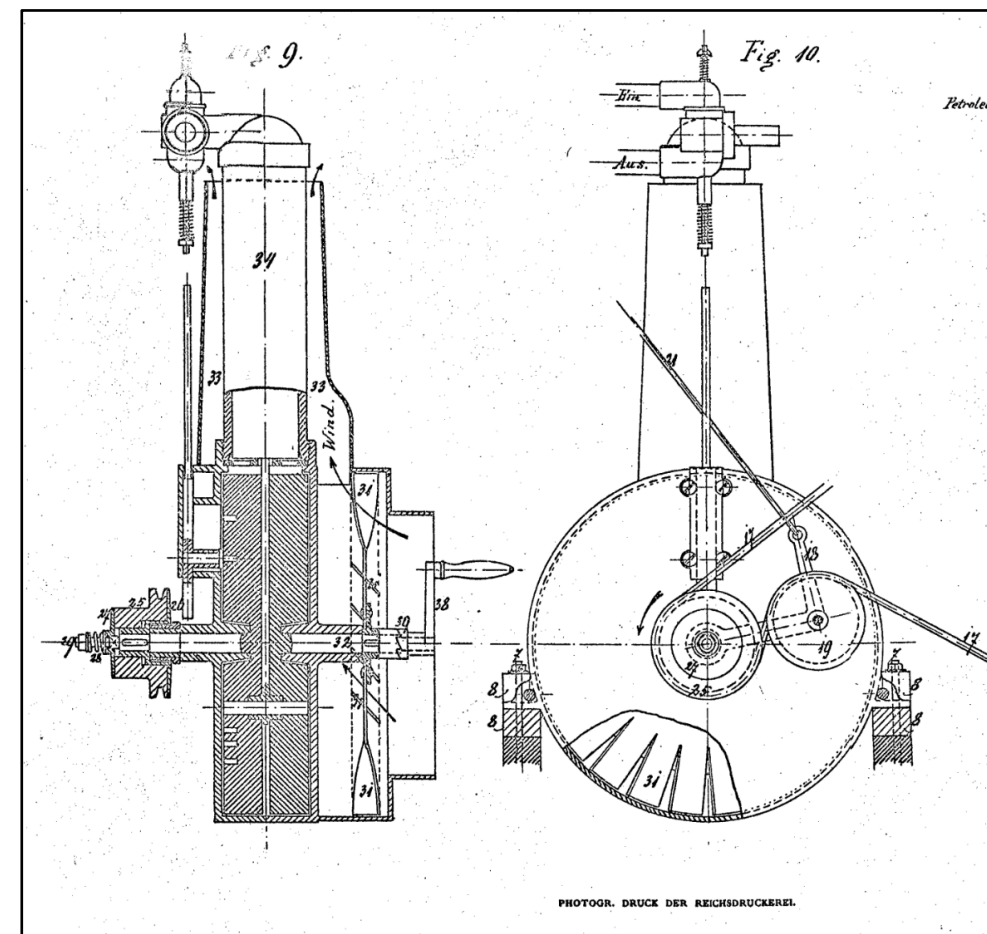
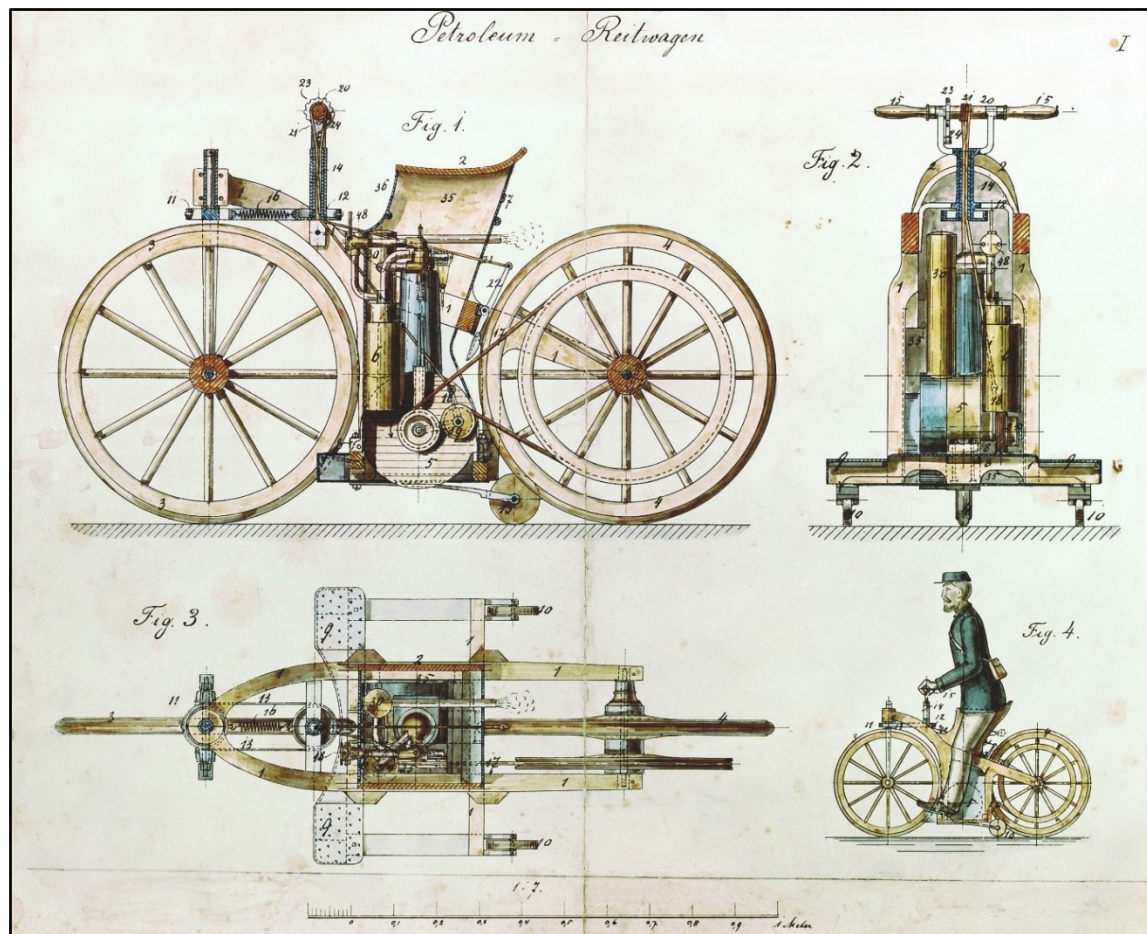


Fig. 10 e 11: illustrazioni dal brevetto DRP 36 423. L'aria che raffredda il motore è convogliata tramite la girante 31 nello spazio 33 definito dalla camicia. L'aria calda fuoriesce dalle pedane 9, e dai flap apribili 36 e 37 (3; 4)

(3) <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=6684596>

(4) [https://www.dpma.de/docs/dpma/veroeffentlichungen/meilensteine/2021/de36423a\\_daimlerreitwagen1885.pdf](https://www.dpma.de/docs/dpma/veroeffentlichungen/meilensteine/2021/de36423a_daimlerreitwagen1885.pdf)

## DAIMLER REITWAGEN - 1885

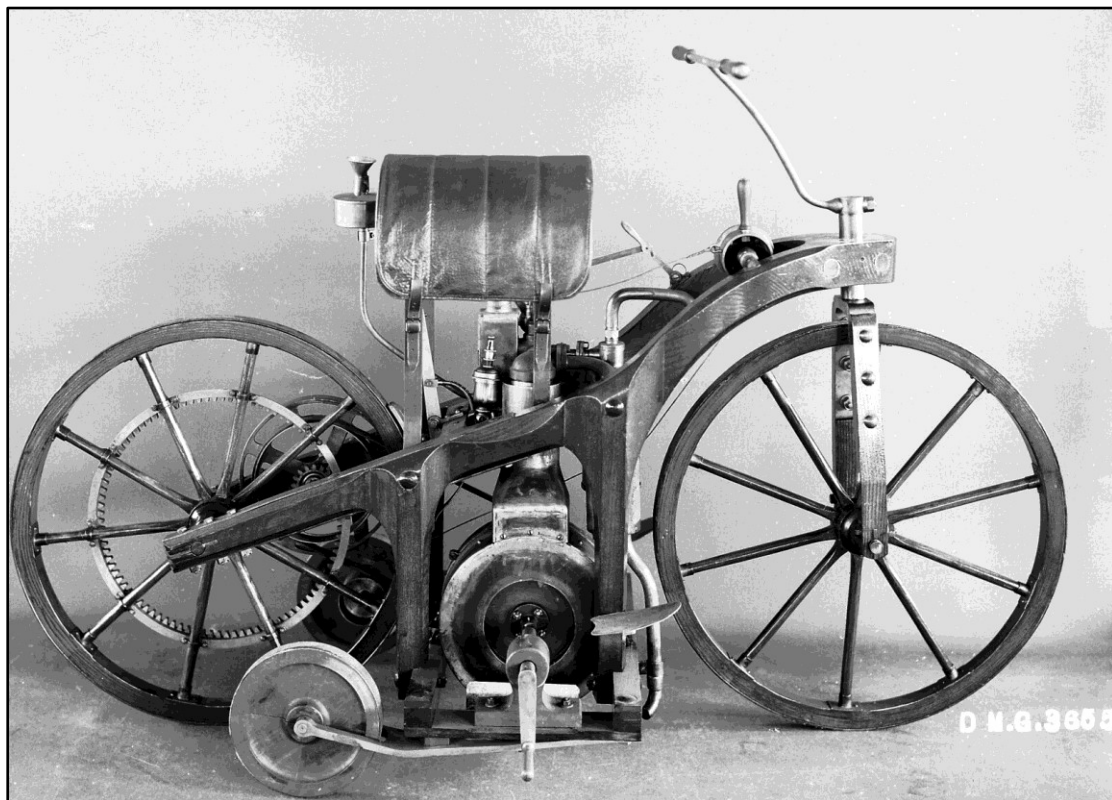


Fig. 12: Daimler *Reitwagen*, vista laterale <sup>(5)</sup>



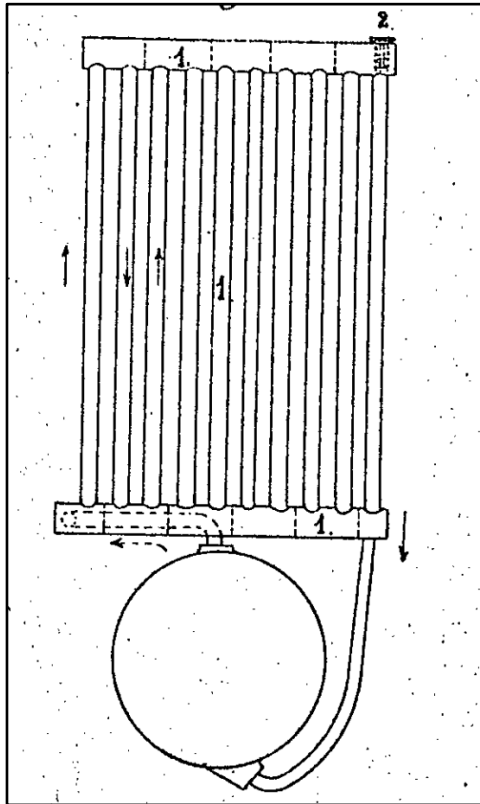
Fig. 13: Bicicletta a motore di Enrico Bernardi, monta un Motore Lauro raffreddato ad acqua <sup>(6)</sup>

(5) <https://mercedes-benz-publicarchive.com/marsClassic/en/instance/ko/Daimler-riding-car-1885.xhtml?oid=597>

(6) <https://phaidra.cab.unipd.it/o:46285>



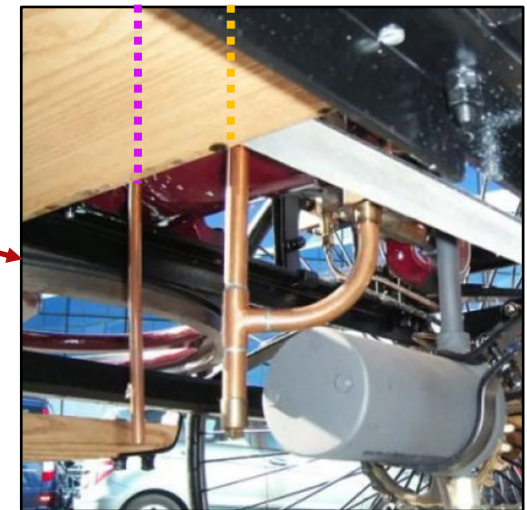
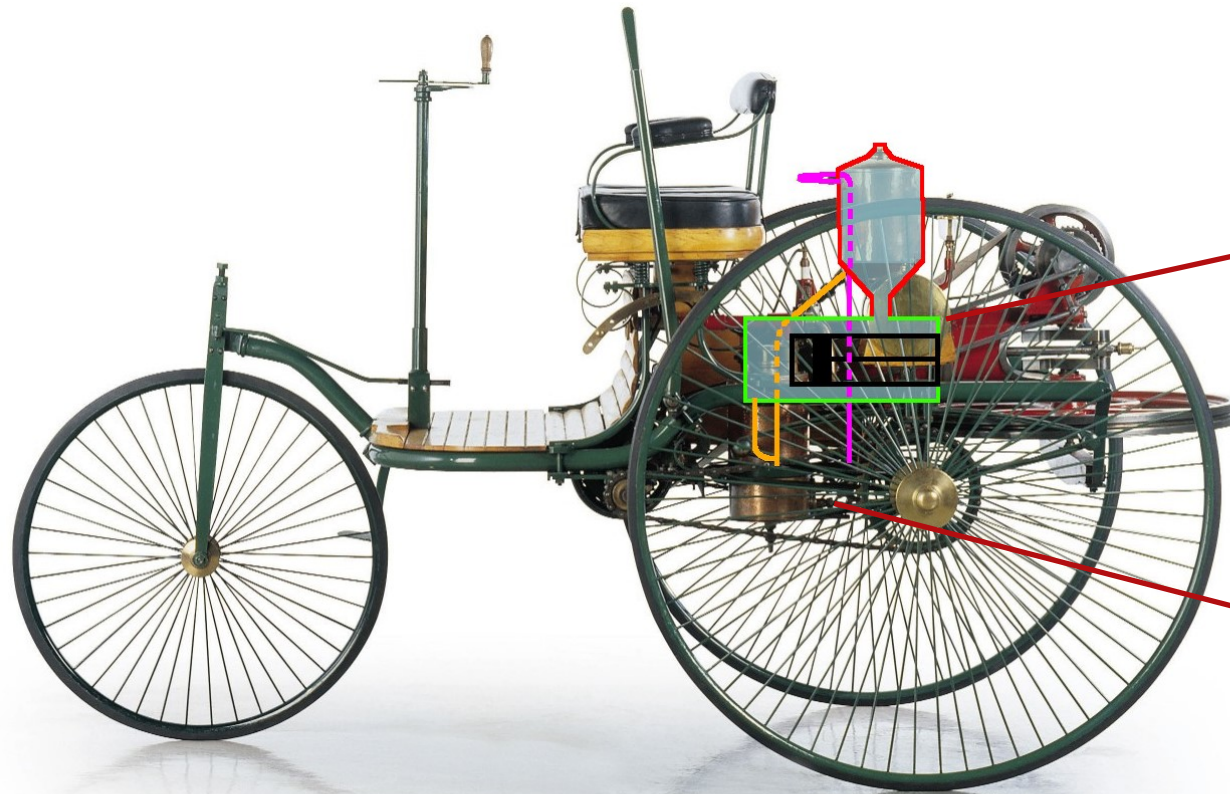
## BENZ PATENT-MOTORWAGEN - 1886





- Raffreddamento in camicia con acqua
- Quantità d'acqua limitata  $\Rightarrow$  raffreddamento tramite evaporazione
- Sistema di tubi '1' per condensare il vapore acqueo
- Apertura '2' per lo scarico del vapore non condensato
- Le prime vetture non presentano questo sistema di tubi, ma soltanto un semplice serbatoio  $\Rightarrow$  notevoli perdite di vapore e necessità di rifornimenti frequenti

Fig. 14: schema del sistema di raffreddamento, dal brevetto  
DRP 37 435 <sup>(7)</sup>

## BENZ PATENT-MOTORWAGEN - 1886



-  Tubo per lo scarico del vapore
-  Tubo che collega il serbatoio alla camicia

## DAIMLER MOTORKUTSCHE - 1886

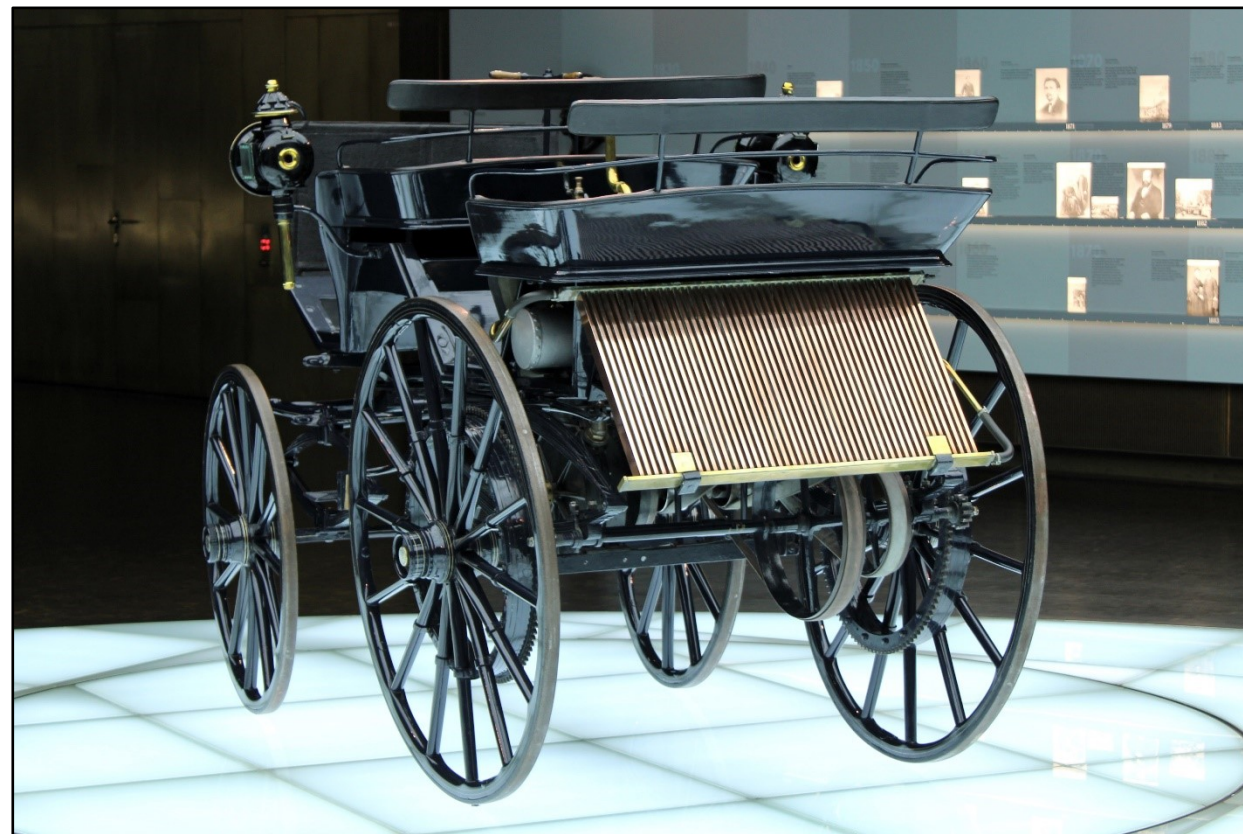
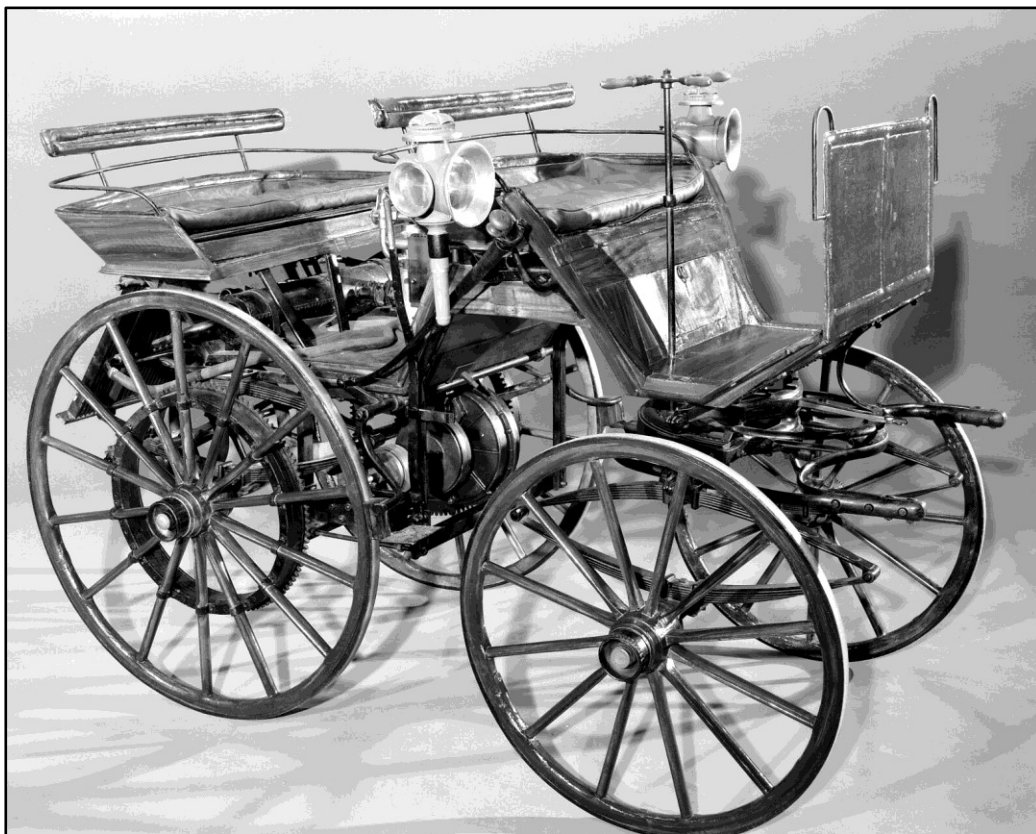


Fig. 15 e 16: Daimler *Motorkutsche* (‘carrozza a motore’). Inizialmente raffreddata ad aria, emerse presto la necessità di passare ad un raffreddamento ad acqua (1887). Perciò fu adottato un ampio radiatore tubolare alettato, collocato posteriormente (fig. 19). Nonostante questo dispositivo, le perdite d’acqua per evaporazione rimangono notevoli <sup>(9; 10)</sup>.

(9) <https://mercedes-benz-publicarchive.com/marsClassic/en/instance/ko/Daimler-motor-carriage-1886.xhtml?oid=5903>

(10) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daimler\\_Motorized\\_Carriage\\_IMG\\_0848.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daimler_Motorized_Carriage_IMG_0848.jpg)

## MAYBACH - RADIATORE TUBOLARE- 1897

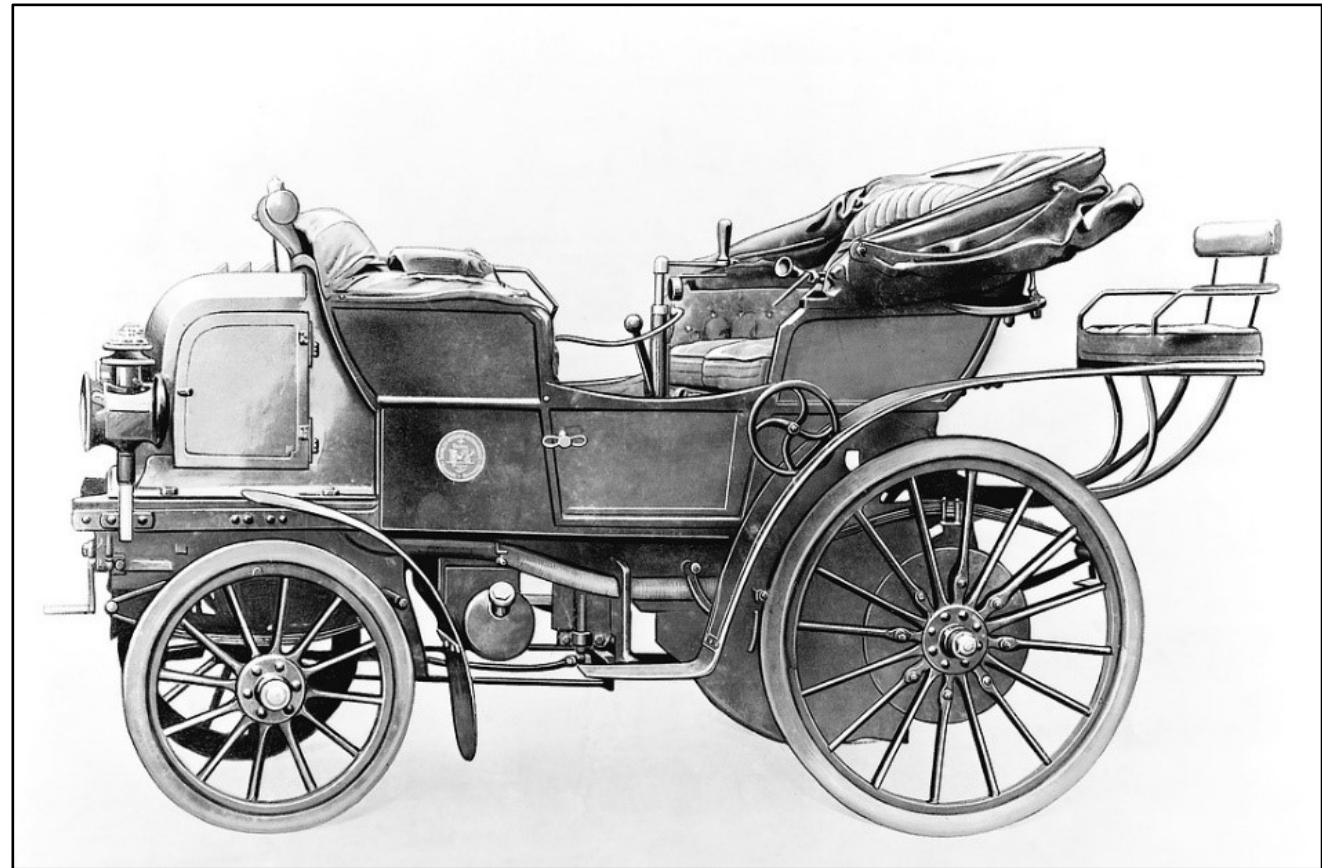
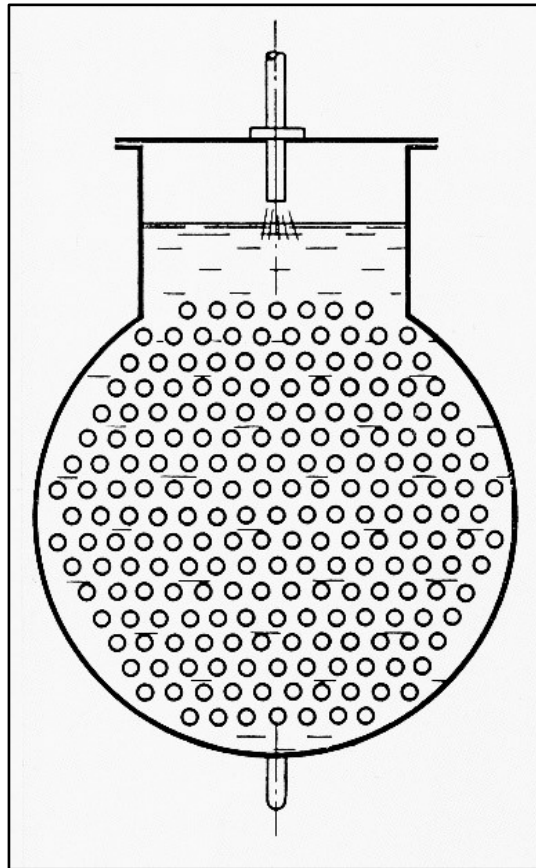


Fig. 17: radiatore tubolare in ottone (dal brevetto DRP 104 718). È il predecessore del radiatore a nido d'ape <sup>(11)</sup>

Fig. 18: Daimler *Phönix-Wagen*, prima applicazione di questo dispositivo <sup>(12)</sup>

(11) <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=47456715>

(12) <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=7426439>

## MAYBACH - RADIATORE A NIDO D'APE - 1900

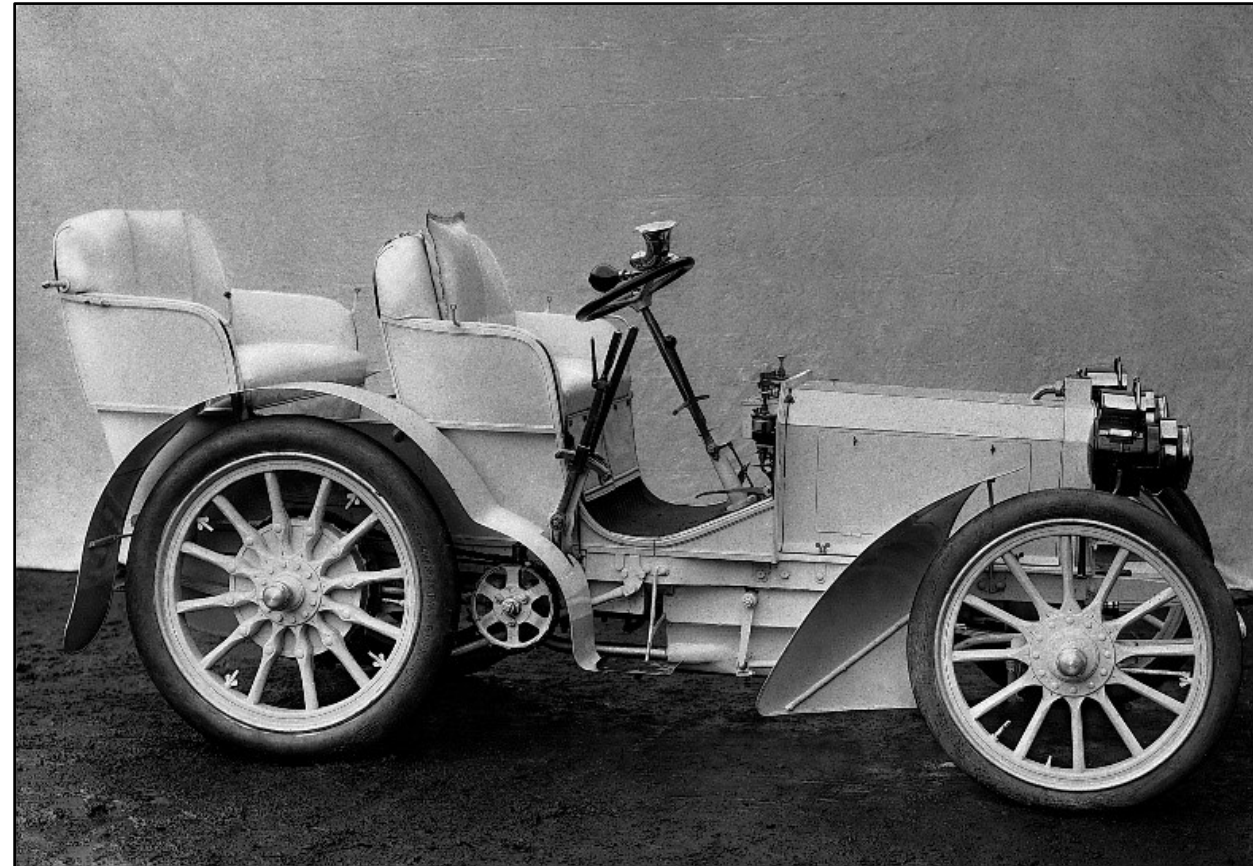
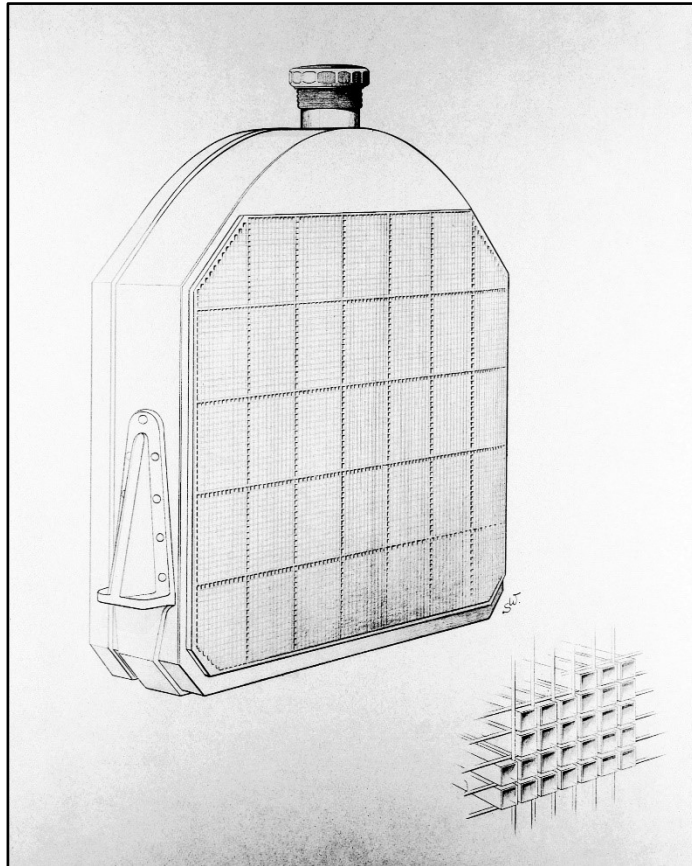


Fig. 19: radiatore a nido d'ape. Rappresenta il culmine delle innovazioni di Maybach nell'ambito del raffreddamento <sup>(13)</sup>

Fig. 20: Mercedes 35 PS, che monta questo radiatore <sup>(14)</sup>

(13) <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=17436106>

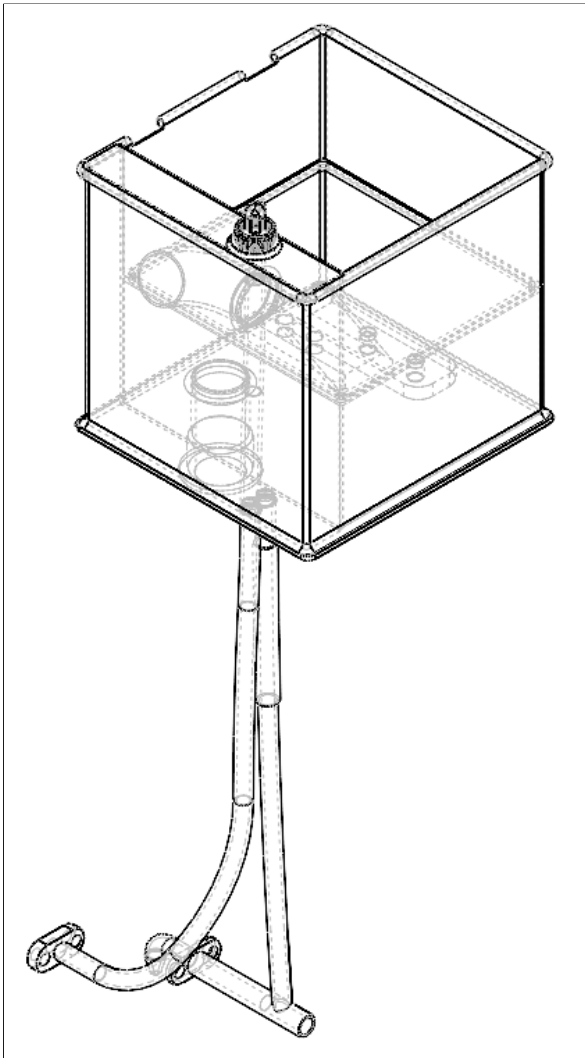
(14) <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=49383827>

## COMPONENTI:

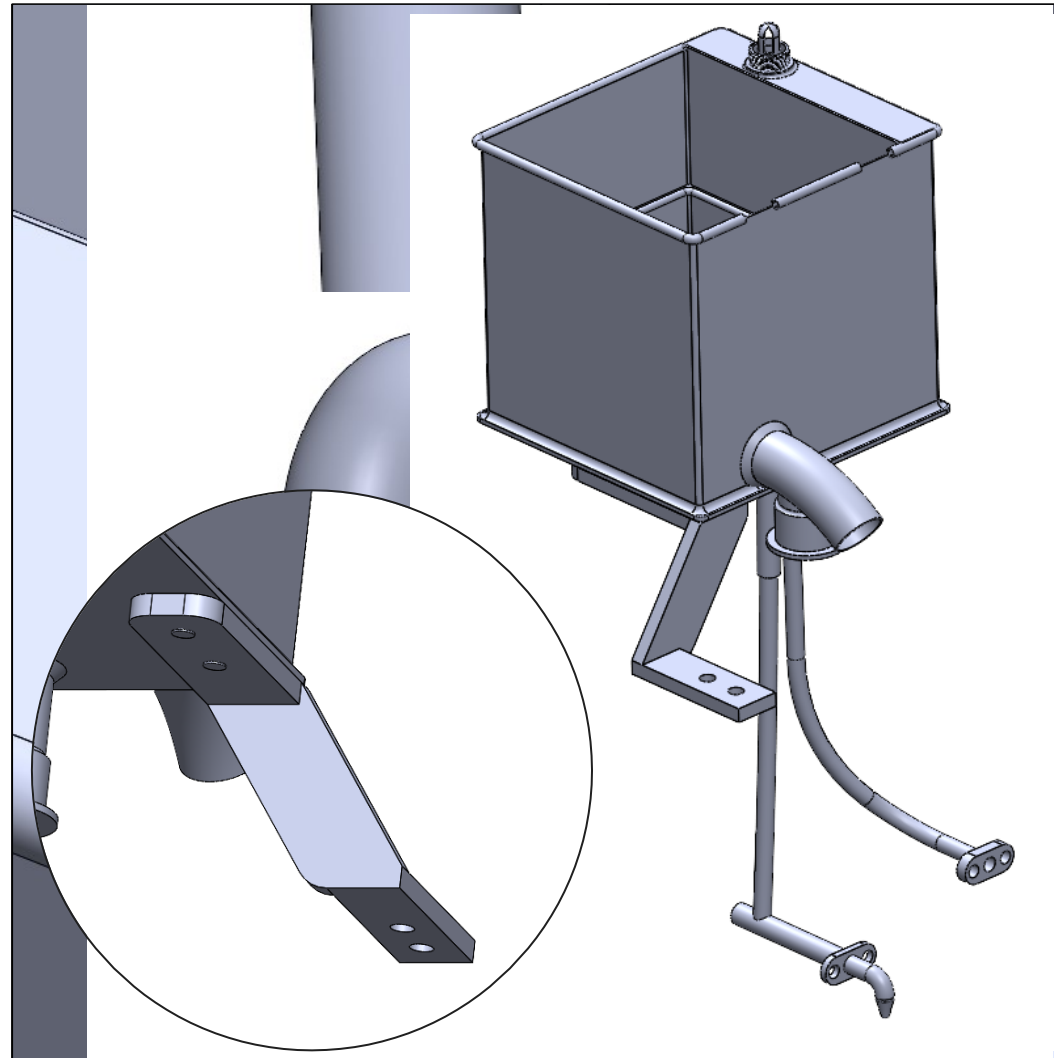
- Scatola superiore del serbatoio
  - Tubo discendente
  - Tubo ascendente
  - Tubetto d'ingresso dei gas di scarico
  - Valvola sferica unidirezionale
  - Tubetto d'uscita dei gas di scarico
  - Supporto della scatola superiore
- Coperchio della scatola superiore
- Tappo per la valvola sferica
- Dado di raccordo
- Altri componenti

## SCATOLA SUPERIORE: ~~la parte superiore della scatola~~

MODELLO COMPLESSIVO



DETTAGLIO



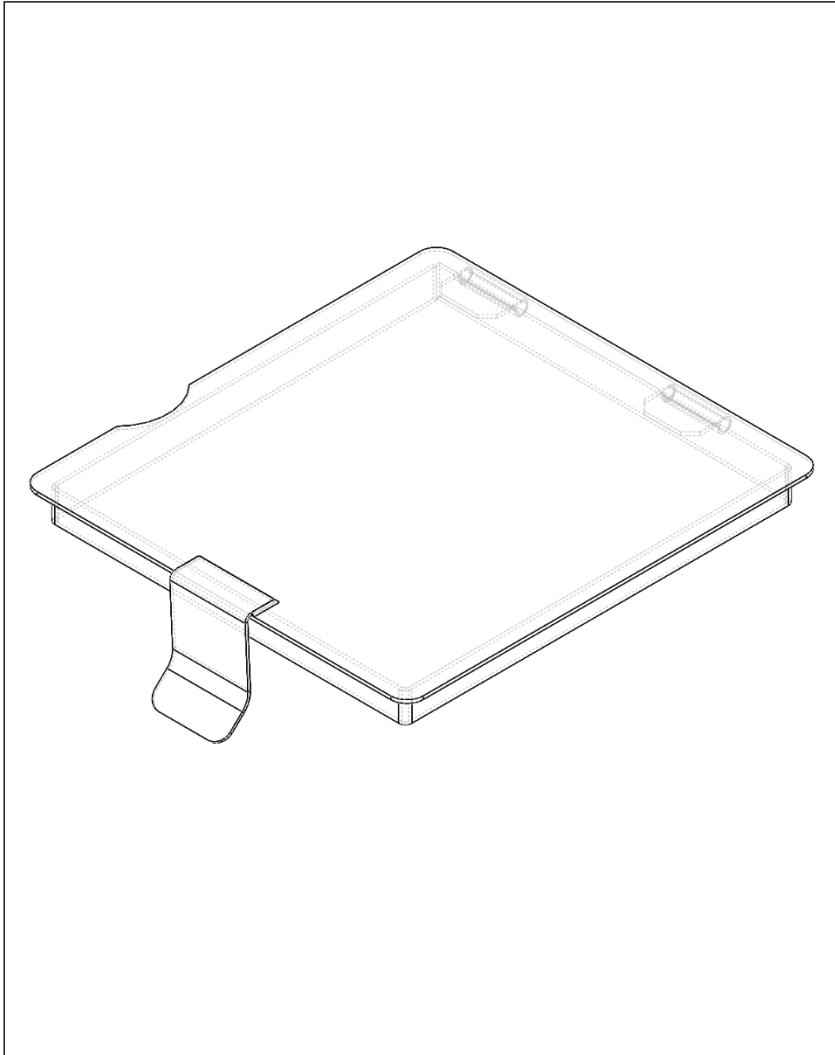
FUNZIONI USATE

- Esposizione sottile
- Esposizione sottile
- Esposizione sottile
- Esposizione sottile
- Esposizione sottile
- Esposizione sottile
- Esposizione sottile

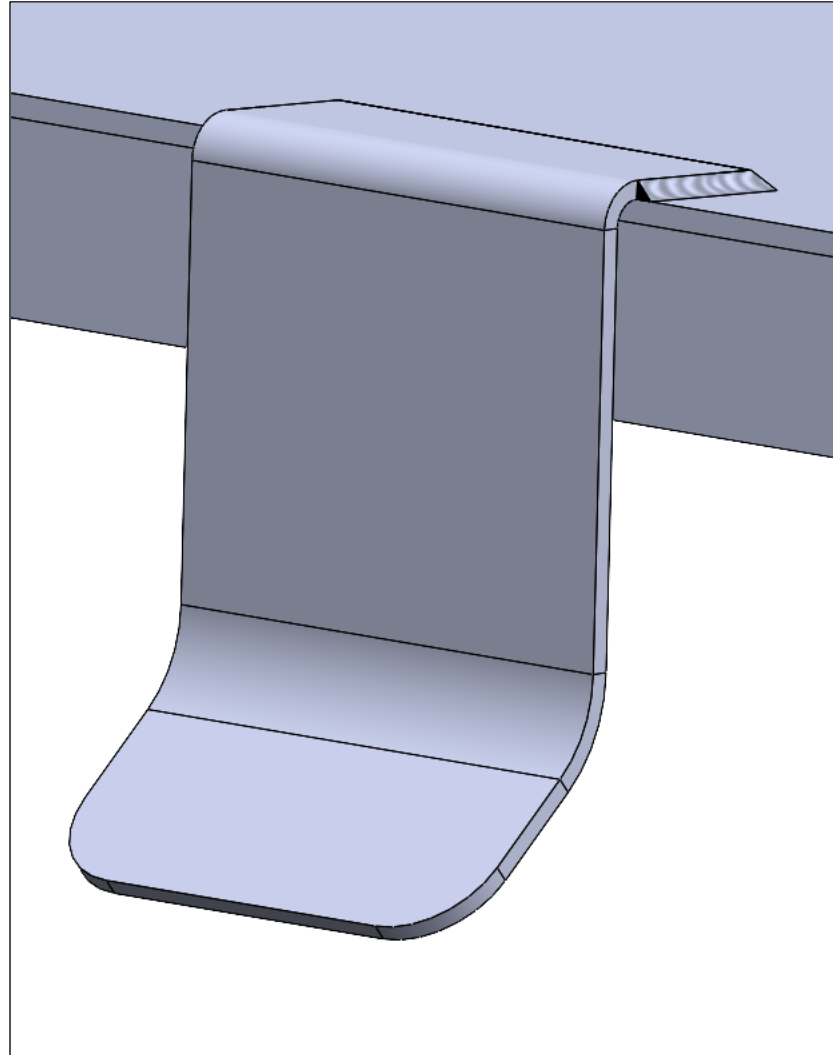
MATERIALE: Ottone

## COPERCHIO:




MODELLO COMPLESSIVO



DETTAGLIO



FUNZIONI USATE

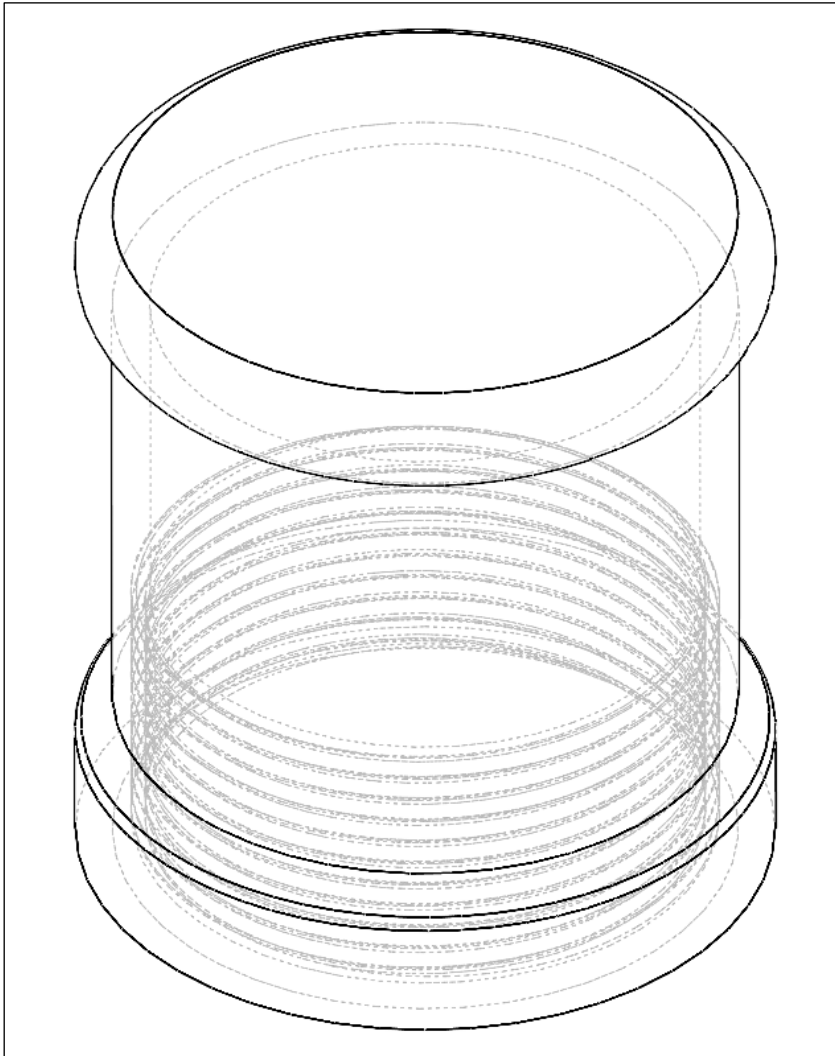
-  Estrusione sottile
-  Raggio
-  Spedonia di raccordo

MATERIALE: Ottone

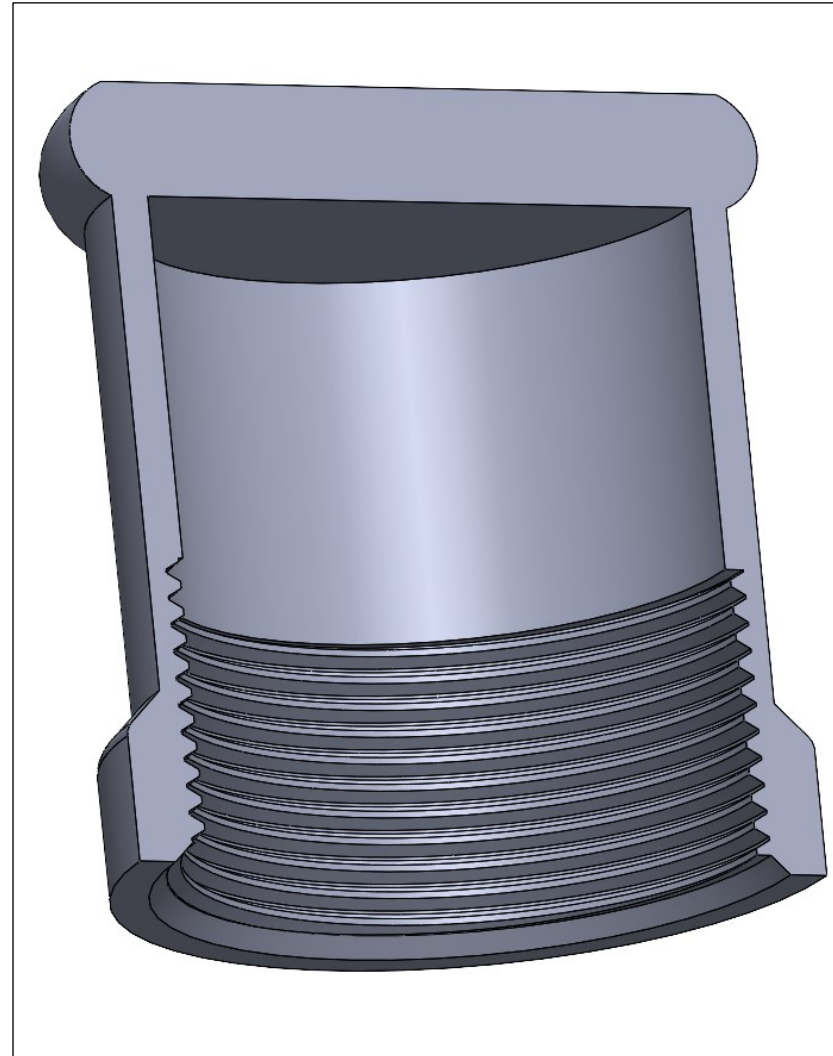


## TAPPO DELLA VALVOLA:





MODELLO COMPLESSIVO



DETTAGLIO



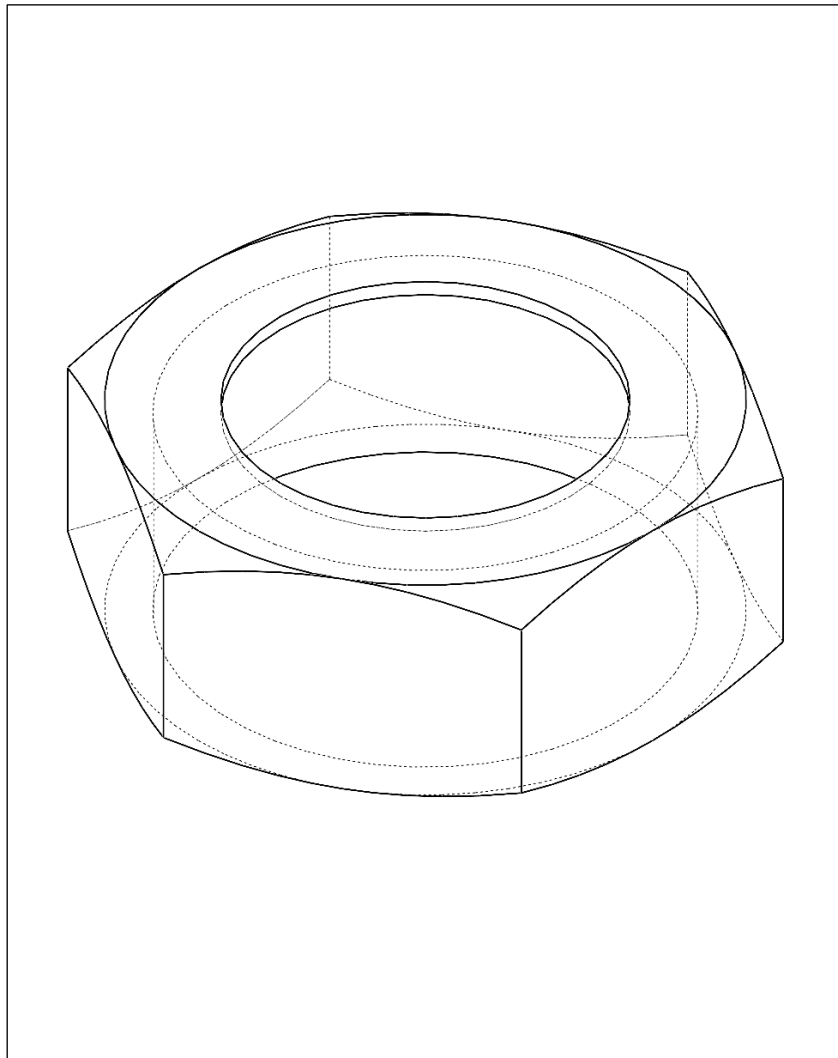
FUNZIONI USATE

-  **Estensione in rivoluzione**
-  **Filatura**
-  **Taglio**
-  **Smusso**

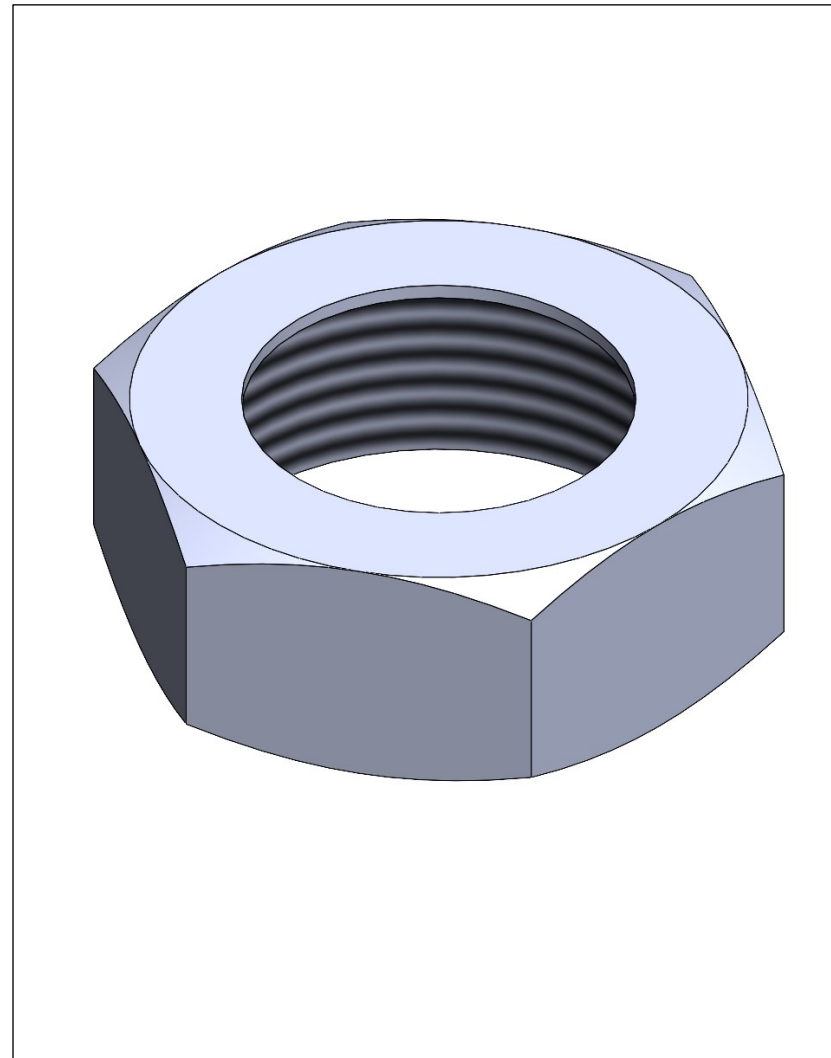
MATERIALE: Acciaio

## DADO DI RACCORDO:



MODELLO COMPLESSIVO



DETTAGLIO



FUNZIONI USATE

-  **Espl. rivoluzione**
-  Foro filettato M36x2

MATERIALE: Ottone

## ALTRI COMPONENTI:

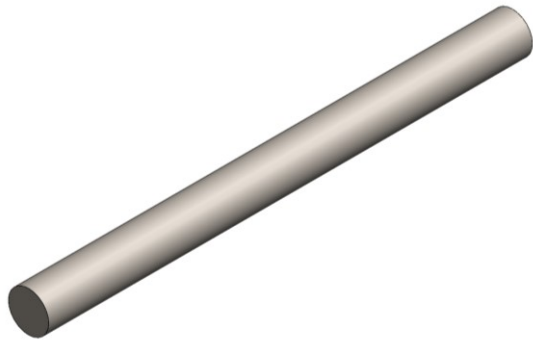


Fig. 21: Perno della cerniera del coperchio

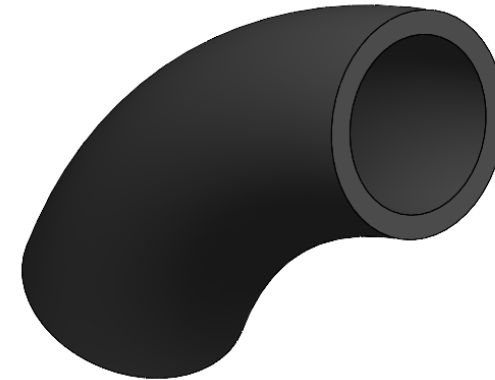


Fig. 22: Raccordo in gomma del tubo discendente

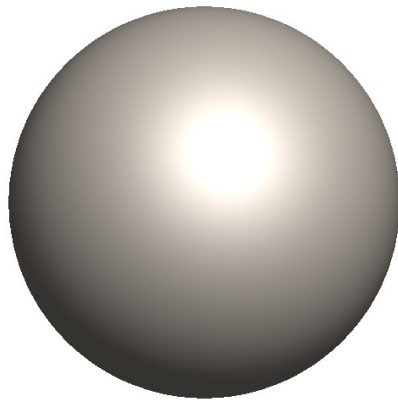


Fig. 23: Sfera della valvola unidirezionale

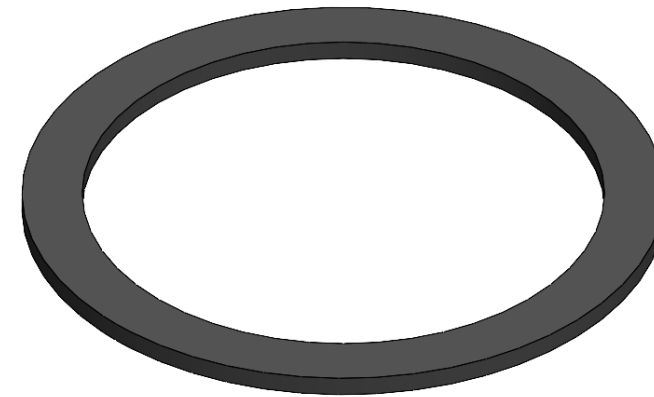


Fig. 24: Guarnizione in gomma del dado

## ASSIEME DELLA SCATOLA SUPERIORE:

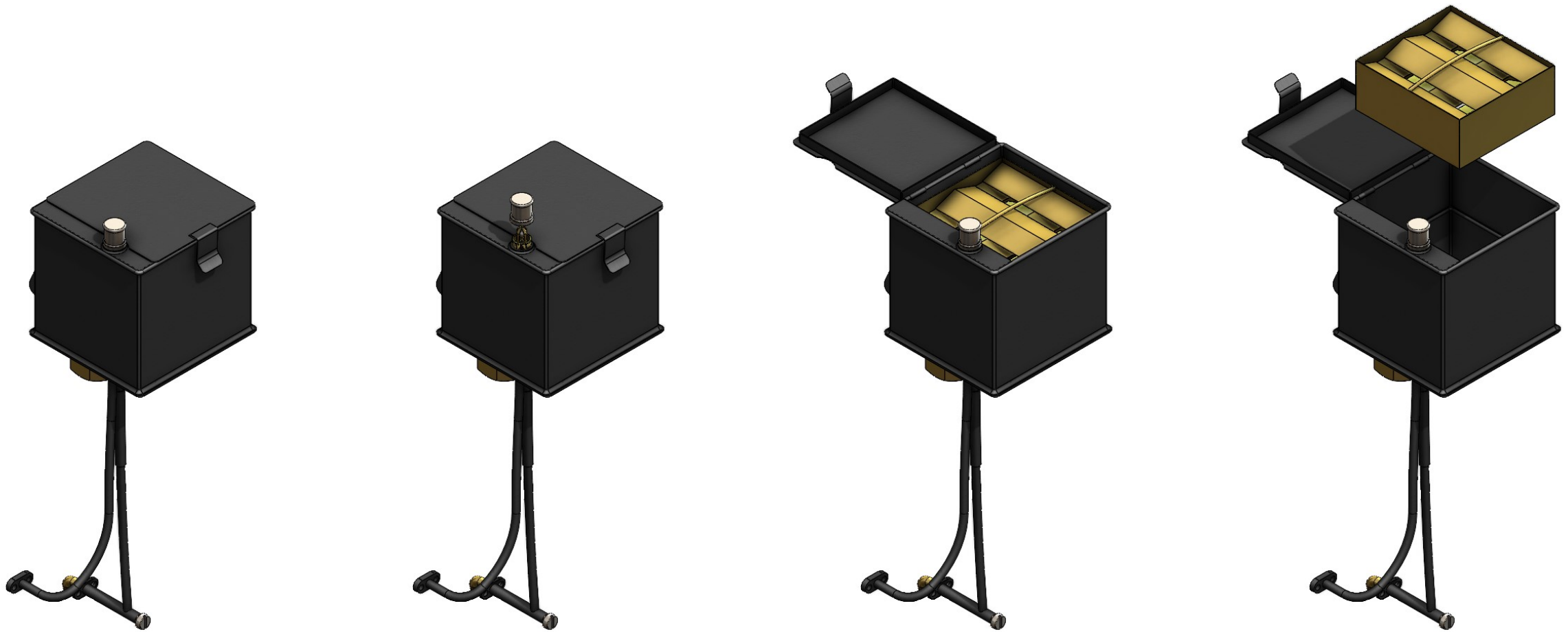


Fig. 25: 4 possibili configurazioni dell'assieme della scatola superiore

## ASSIEME DELLA SCATOLA SUPERIORE:

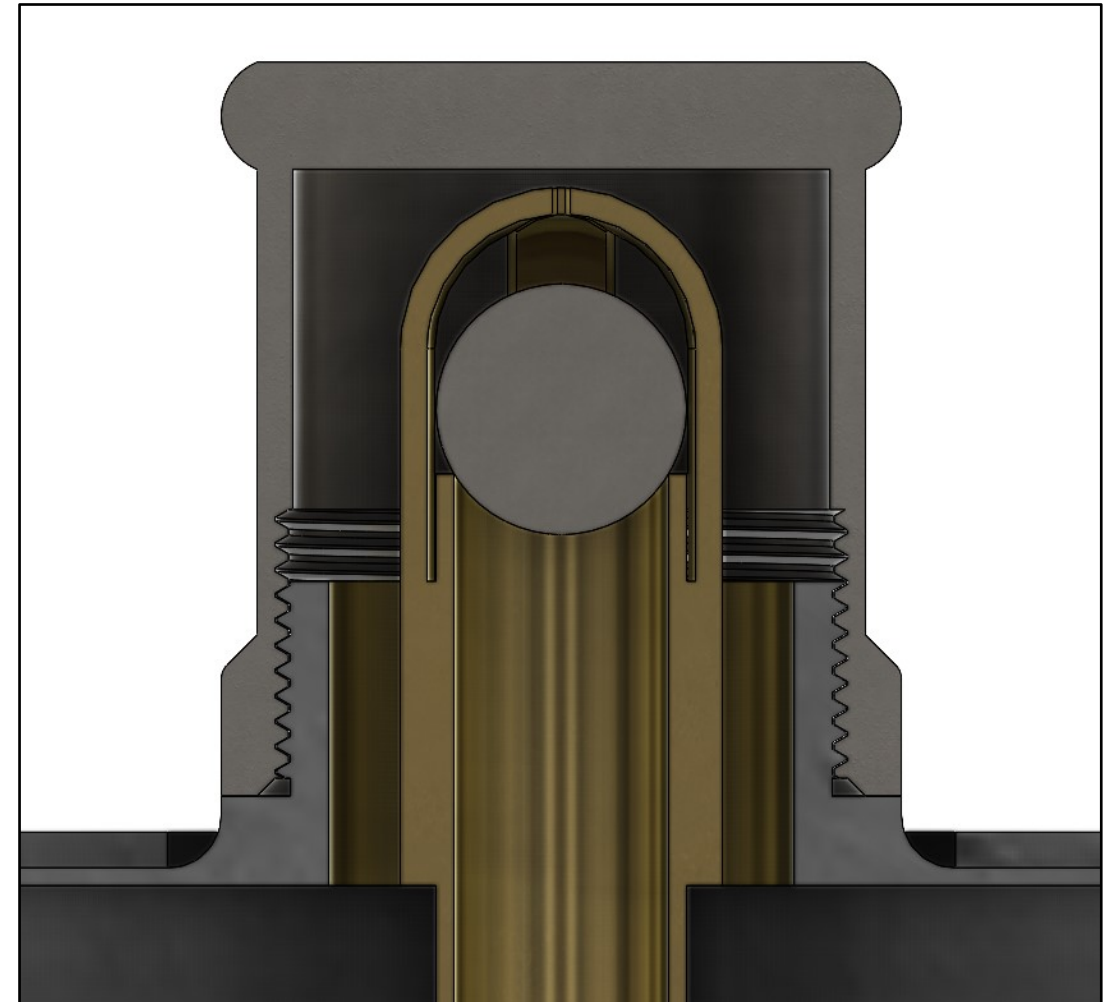


Fig. 26 e 27: dettagli della valvola sferica

## ASSIEME DELLA SCATOLA SUPERIORE:



Fig. 28 e 29: dettagli della cassetta aperta, con e senza il telaio per la condensazione del vapore nei gas espulsi

## ASSIEME DELLA SCATOLA SUPERIORE:

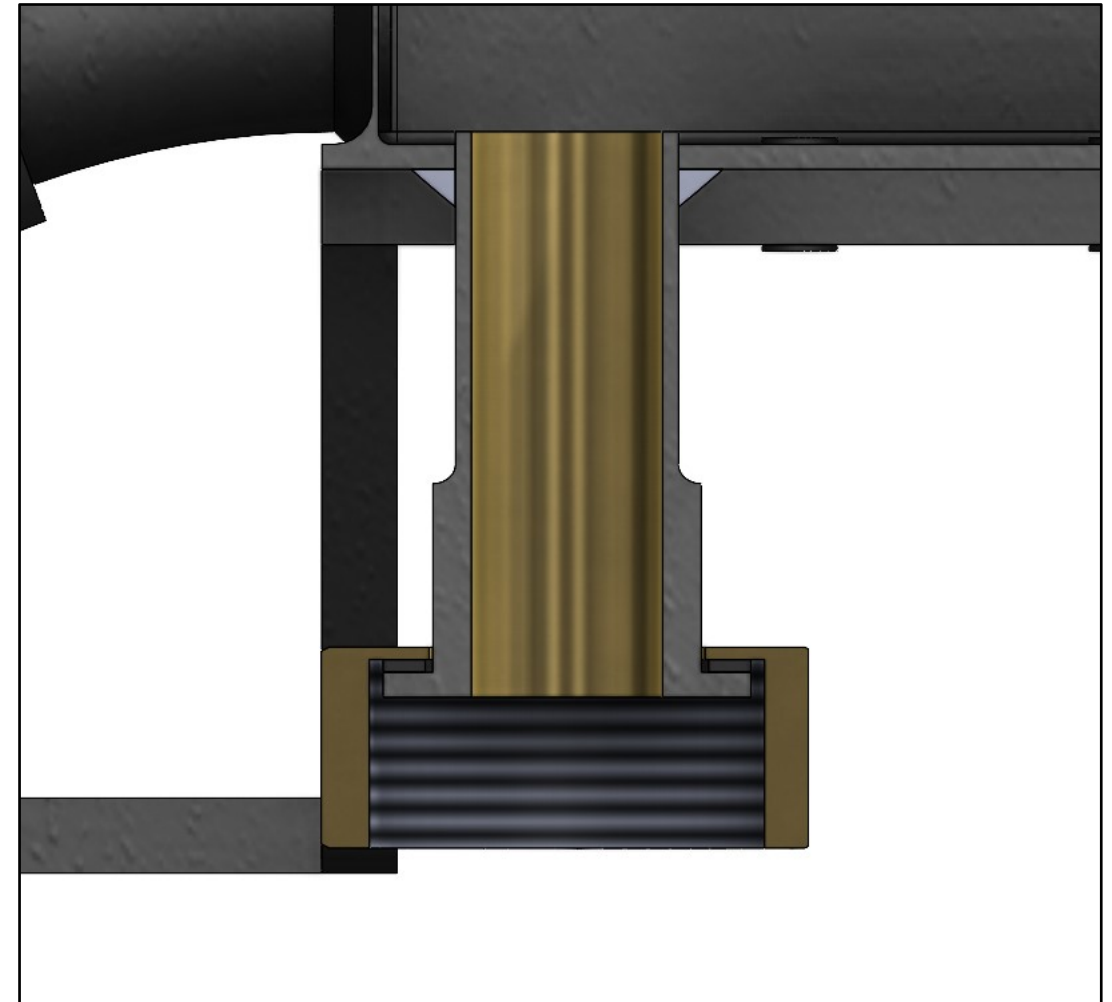


Fig. 30 e 31: dettagli del dado di raccordo

## ASSIEME DELLA SCATOLA SUPERIORE:



Fig. 32: dettaglio dei tubetti per i gas di scarico





Fig. 33: assieme complessivo del sistema di raffreddamento

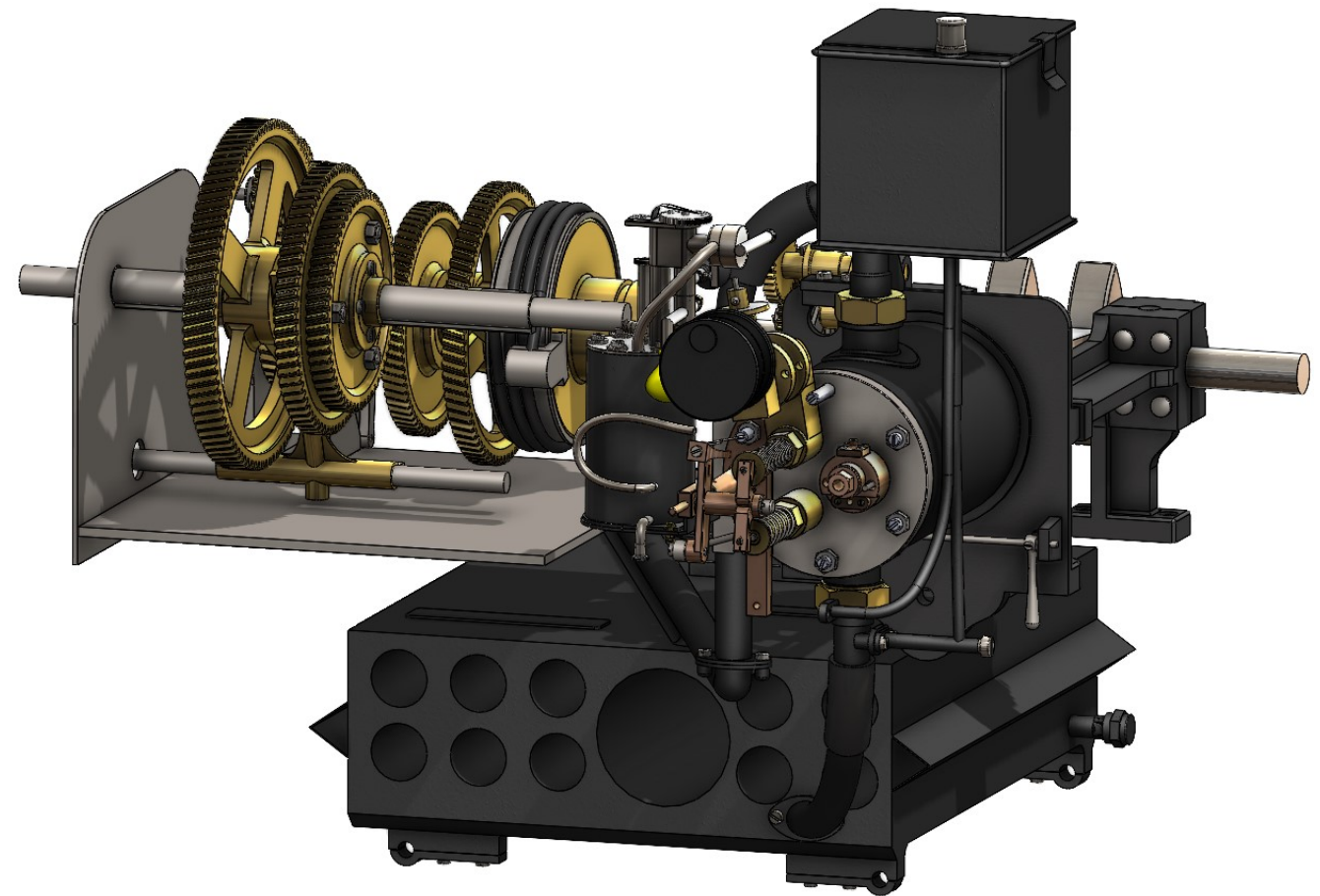


Fig. 34: assieme aggiornato della vettura Bernardi