

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA – DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale
***«Il telaio della vettura Bernardi – modellazione
ed integrazione con il sistema sterzante»***

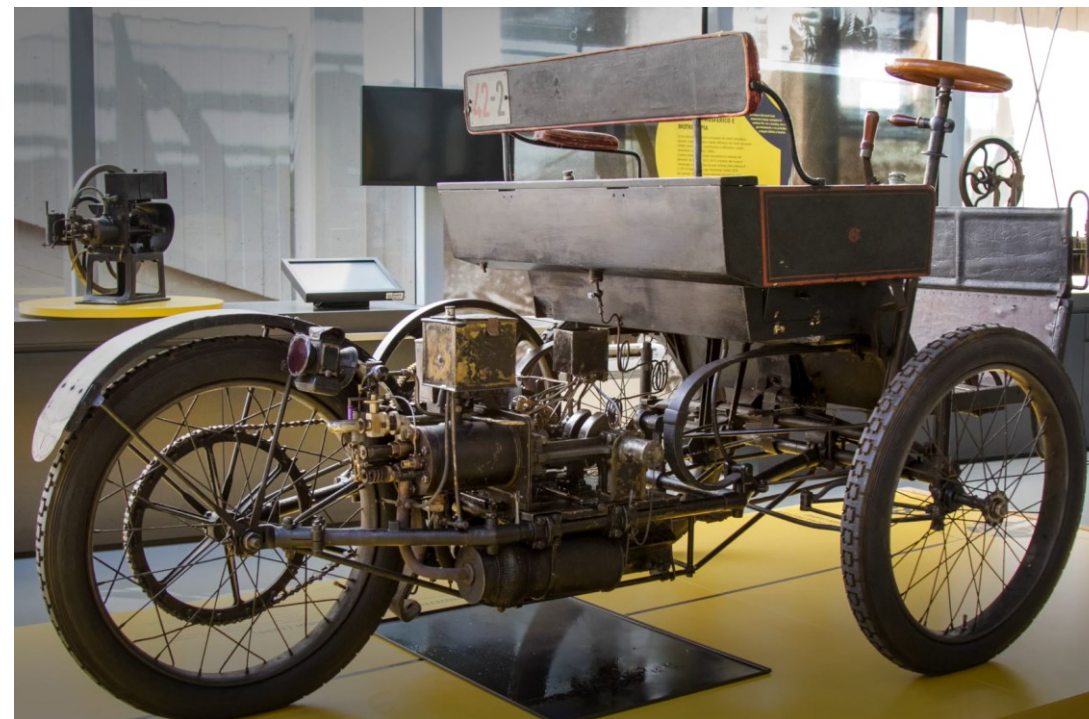
Tutor universitario: Prof. Giovanna Cavazzini

Laureando: *Gianmarco Milan 1219591*

Padova, 13/07/2022

È al termine dell'800, nel pieno dell'inizio della produzione industriale, tra le prime creazioni da parte di scienziati ed ingegneri in ambito automobilistico, che si inseriscono gli studi e le invenzioni del professor Enrico Bernardi, docente qui all'Università di Padova in quegli anni.

Oggetto del lavoro è stata l'analisi del telaio della vettura triciclo realizzata interamente da Bernardi nel 1894, conservata presso il Museo delle Macchine «Enrico Bernardi» nel dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università.

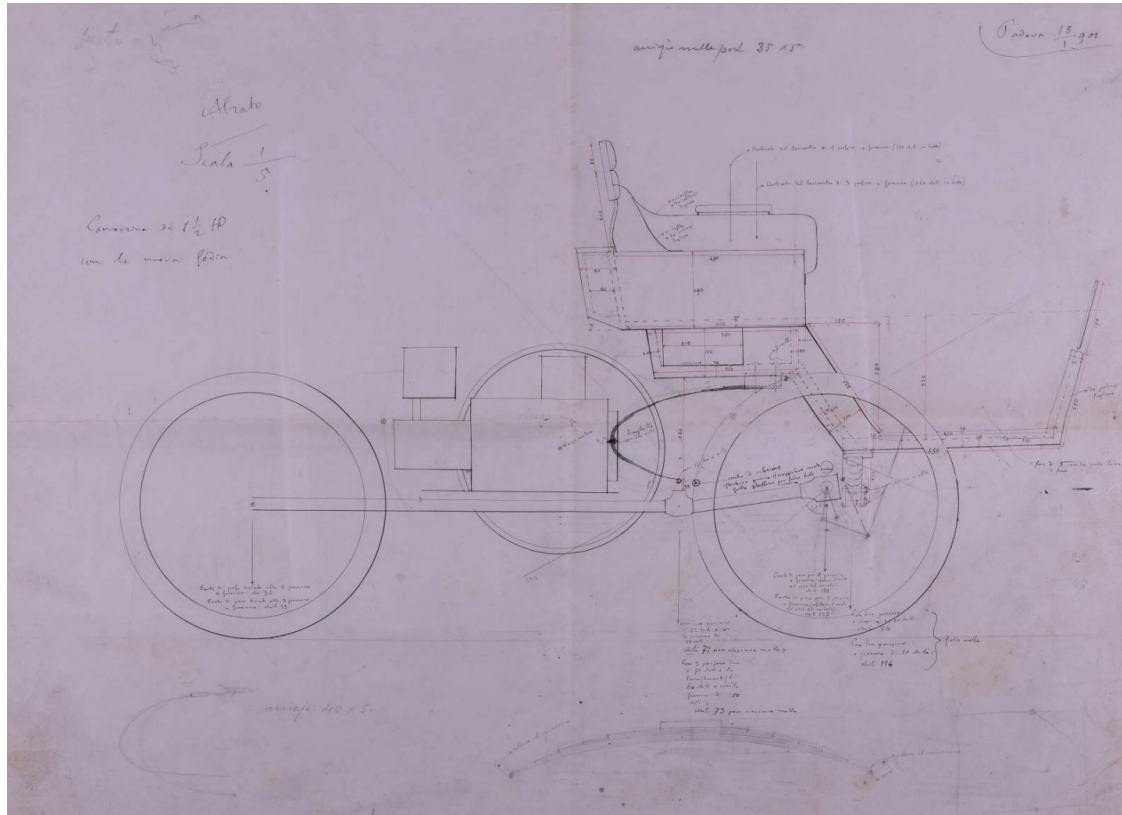


La vettura Bernardi presso il Museo delle Macchine, vista posteriormente.



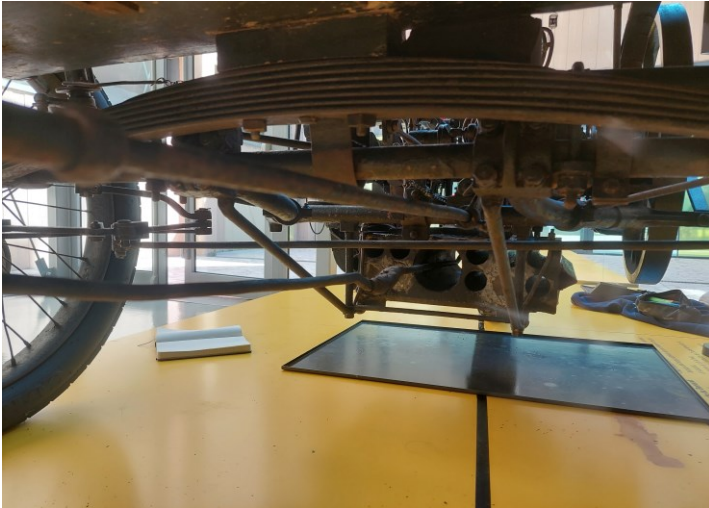
*Vista frontale della vettura Bernardi
con vista sulla targa 42-2*

- Rilevare le dimensioni principali del telaio della vettura Bernardi
- Implementare queste in una complessiva modellazione 3D del sistema telaio mediante software *SolidWorks*
- Integrare la modellazione del telaio con il sistema sterzante, realizzato precedentemente
- Analizzare la soluzione del telaio della vettura Bernardi, contestualizzarla e confrontarla con le altre soluzioni nello stesso periodo storico



Vista laterale d'assieme del carrozzino da 1½ HP

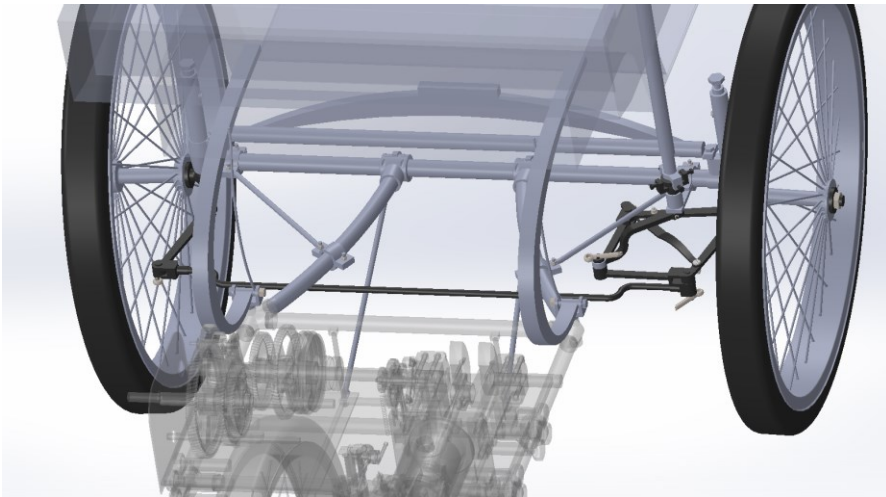
- Sono stati quindi considerati i disegni tecnici, gli appunti e gli opuscoli del professore per ottenere informazioni sulla vettura, trascrivendo in particolare tutte le annotazioni di Bernardi relative al «Carrozzino e relativo motore da 1½ HP».
- In questi appunti, si individuano dal 1900 al 1905 tutte le considerazioni del professore sulle migliorie apportate, sul peso della vettura, sui viaggi effettuati e i chilometri percorsi, anche i costi di ciascun pezzo acquistato.



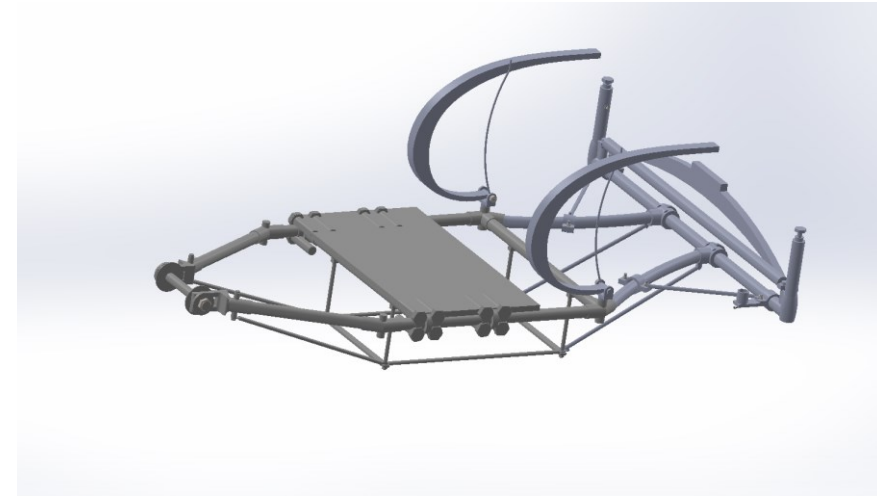
- In seguito sono state effettuate delle misurazioni presso lo stesso Museo per ottenere le dimensioni essenziali per la modellazione, tramite calibro ventesimale e corda metrica.
- Si individuano nel telaio un primo gruppo di tubi di diametro 30 mm con schema «a scala» o ladder-frame, tipico dei primi telai, costituito da due longheroni longitudinali congiunti da alcune traverse. Si individua analogamente un secondo gruppo posto al di sotto, di diametro 10 mm.
- Anteriormente, si individuano dei tubi ricurvi di diametro 30 mm che si congiungono sul mozzo porta-ruote anteriore tramite giunzioni bullonate.

Viste rispettivamente della gabbia inferiore del telaio e del sistema sterzante nella parte anteriore della vettura

- Grazie alle dimensioni ottenute, dunque, è stato realizzato il modello 3D del telaio della vettura, in collaborazione con Gioele Rizzo.

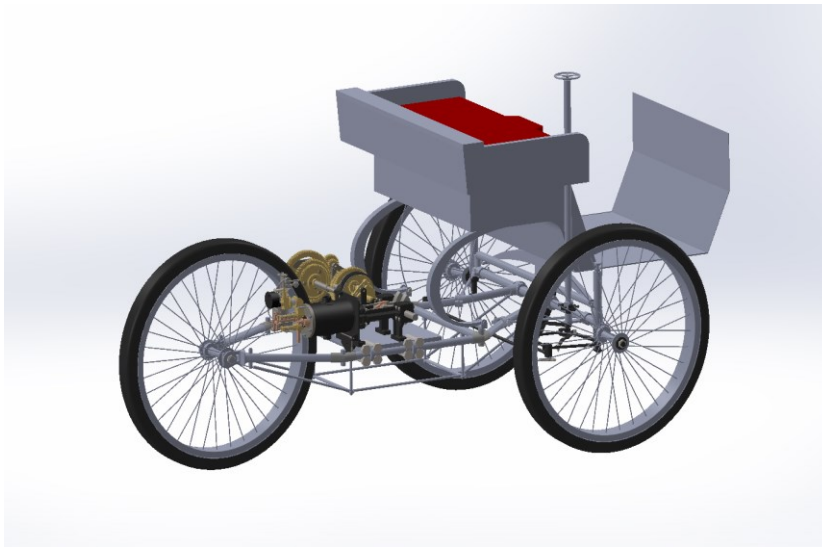


Vista della parte anteriore del telaio e la sua integrazione con il sistema sterzante: è visibile il bi-quadrilatero a 7 aste previsto da Bernardi.



Modellazione 3D del telaio della vettura: è visibile la differenza tra la gabbia di sostegno al gruppo motore e la parte anteriore del telaio, inserita nel mozzo anteriore

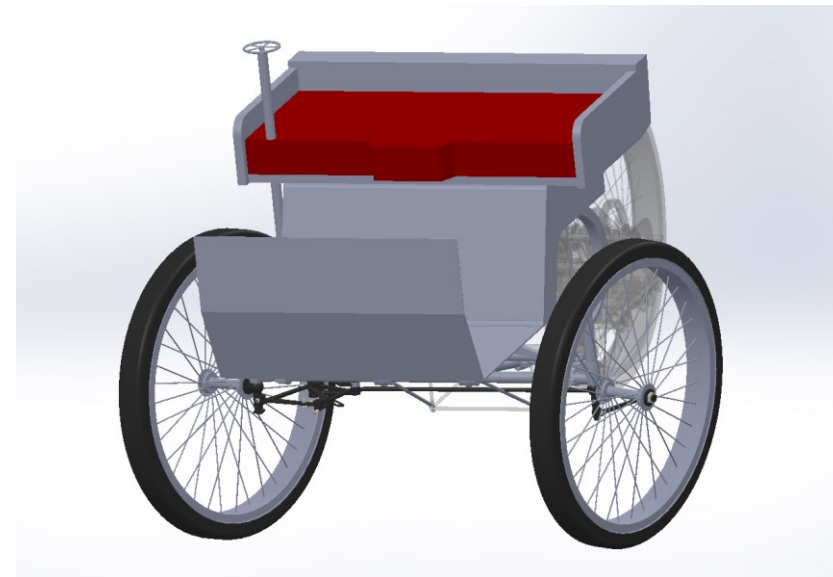
- In seguito il telaio modellato è stato integrato con il sistema sterzante, già modellato in precedenza, così come parallelamente è stato integrato il gruppo motore.



Assieme completo modellato della vettura Bernardi

- Un accorgimento è stato poi mantenere un grado di libertà della vettura grazie al cinematismo dello sterzo, inserendo anche il volante e il piantone dello sterzo per poter agire inclinando le ruote solamente ruotando il volante.

- Sono stati quindi realizzati il carrozino della vettura e la ruota posteriore motrice, ottenendo così l'assieme completo come visibile in figura.



Vista frontale del modello: si può notare come qui sia stato attivato il cinematismo dello sterzo, per cui le ruote risultano inclinate.

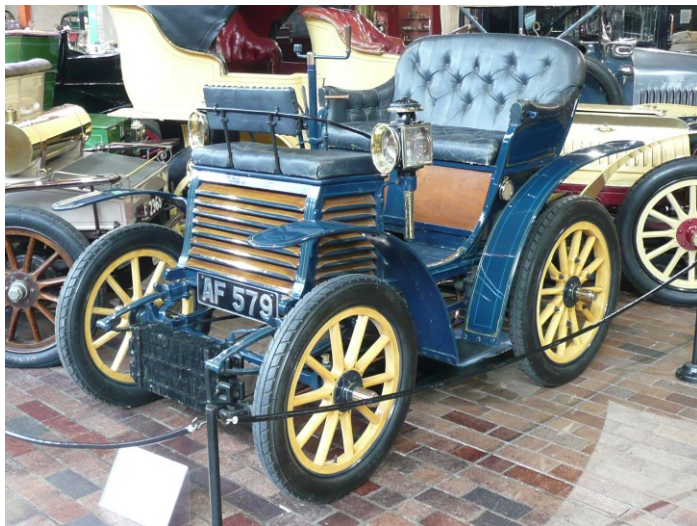
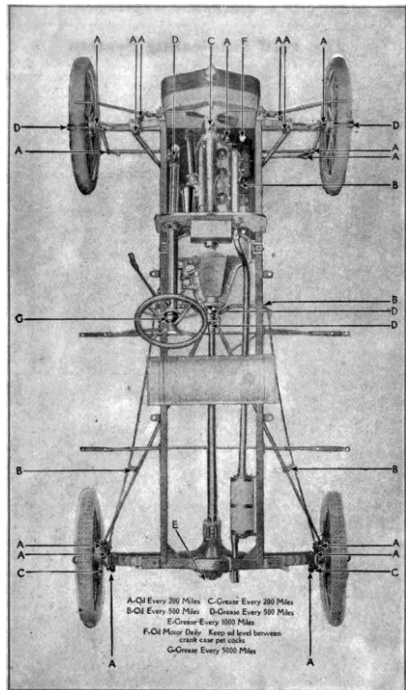
- Sono state poi analizzate alcune soluzioni per i telai dell'epoca, a partire da quelle ideate da Karl Benz: qui sono mostrate la *Benz Patent Motorwagen* del 1886 e la *Veloziped* del 1894.
- Nel primo caso, che viene considerato il primo esempio di vettura con motore a combustione interna (per quanto si possa dire che il primo prototipo sia proprio di Bernardi), le soluzioni sono molto simili: anche qui il telaio è tubolare in acciaio, con schema ladder-frame, e sospensioni a balestra longitudinali.
- Nel secondo caso e in molti altri, invece, si preferì, non avendo particolari vincoli di rigidità, optare per una soluzione con telai in legno. Questo consentiva grande leggerezza per le vetture e carrozzerie ancora derivanti dalle precedenti carrozze.



Replica della Benz Patent Motorwagen

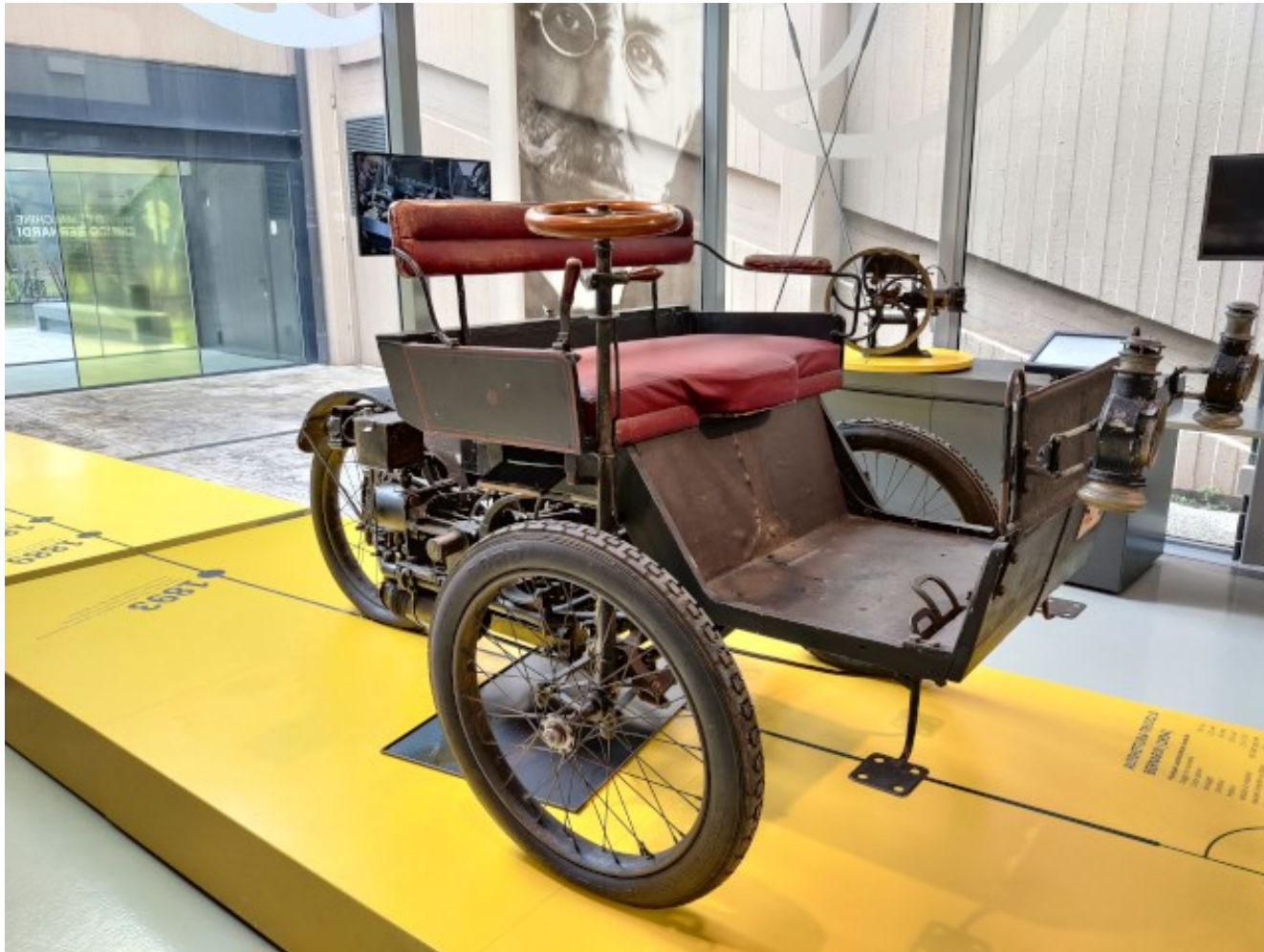


Benz Veloziped



Alcuni esempi: il telaio della Ford Model T (sopra), la Fiat 3½ HP (destra in alto) e la Peugeot Type 3 (destra in basso)

- Sono stati presi poi ad esempio alcune soluzioni degli anni successivi che hanno riscontrato particolare successo. Si può vedere come siano proseguiti parallelamente lo sviluppo dei propulsori e della loro potenza, e l'utilizzo sempre più predominante di telai tubolari in acciaio, come quello in acciaio forgiato della *Ford Model T*, in produzione dal 1908 al 1927. Una soluzione curiosa fu quella della *Fiat 3½ HP* del 1899, ancora con telaio in legno e rinforzi in acciaio, e senza retromarcia, nonostante fosse realizzata qualche anno dopo quella di Bernardi.



La vettura Bernardi (1894)

Come si può facilmente intuire, molte tra le soluzioni di Bernardi furono innovative da diversi punti di vista, e per questo riprese negli anni successivi.

Anche il telaio, come visto dalle soluzioni adottate negli anni in seguito, è un elemento essenziale dell'innovazione tecnica apportata dalla vettura Bernardi.

Grazie alla modellazione complessiva della vettura e all'analisi delle soluzioni del professore, è possibile accorgersi ancora più da vicino del contributo essenziale di Bernardi nello sviluppo della storia automobilistica.