

Indice.

Introduzione	5
L'idea	6
Il Telaio	8
Il telaio a longheroni	10
Il telaio Backbone	14
Il telaio tubolare	18
Il telaio a scocca portante in acciaio	22
Il telaio a scocca portante in alluminio	26
Integrated Bodyframe	30
Il telaio monoscocca in fibra di carbonio	34
Conclusioni	38
Il Pianale	41
Adattabilità	44
Esempi	46
Svantaggi	56
Applicazioni motociclistiche	56
Telaio motociclistico	60

Albori del motociclo	62
Il telaio a doppia culla	66
Evoluzioni del telaio a doppia culla	70
Il telaio monoscocca	74
Il telaio a traliccio	78
Il telaio monotrave	82
Il telaio perimetrale	86
Il telaio in carbonio	90
Un pianale comune anche per le moto	94
Alcuni esempi	96
Conclusioni	100
Analisi del Telaio motociclistico	102
Soluzioni alternative	106
Schizzi preliminari	120
Sospensione pull-rod	128
Ipotesi di telaio	132
Progetto Definitivo	182
Per concludere	212

Introduzione.

Questa tesi vuole essere una proposta per una base strutturale, configurabile a piacere, di un motoveicolo che si possa adattare a diverse tipologie di mezzo, altezze, utilizzi, e percentile delle persone destinate ad utilizzarlo.

Per fare ciò, dopo la presentazione dell'idea di base, vengono analizzate dapprima le soluzioni strutturali del mondo dell'automobile dove questo concetto, pur se in modo leggermente diverso, viene adottato da tempo con grande successo. Analizzeremo prima pregi e difetti e soluzioni tecniche di questo mondo estremamente interessante, per attingere a conoscenze e soluzioni ancora non utilizzate nelle due ruote; passeremo poi alle strutture portanti motociclistiche e vedremo alcuni esempi di tentativi effettuati per giungere al medesimo fine, e l'eventuale riuscita o meno di questi.

Sulla base di quanto visto si procederà poi alla presentazione del progetto.

L'idea.

L'idea di questo progetto nasce dall'osservazione di diverse problematiche presenti nel mondo motociclistico contemporaneo.

L'idea di una moto personalizzabile, che rispetti l'antropometria delle persone con percentili molto diversi tra loro, facilmente configurabile a seconda delle diverse necessità ed esigenze ed autoprodotta mi è sembrata infatti tanto interessante al punto da essere sviluppata sotto forma di una tesi.

Il tutto nasce dalla volontà di riunire sotto un'unica struttura di base e quindi, sotto un unico progetto, tanti mezzi diversi, potenzialmente infiniti, in cui è l'utente colui che viene messo al centro.

Tramite le sue esigenze infatti può cucirsi addosso, come fosse un abito su misura, il mezzo di cui più sente di avere bisogno, sia per ragioni di praticità, di utilizzo, di adattabilità alla corporatura, o semplicemente di gusto personale.

Inoltre, è presente anche una volontà di capire se sia possibile effettuare per i motoveicoli un'operazione che ormai è una prassi consolidata da alcuni anni nel mondo automobilistico: la condivisione del pianale. Infatti, come verrà analizzato ed approfondito nelle prossime pagine, nel mondo automobilistico da un singolo pianale vengono ricavati molti veicoli spesso dissimili tra loro per forme e destinazioni d'uso.

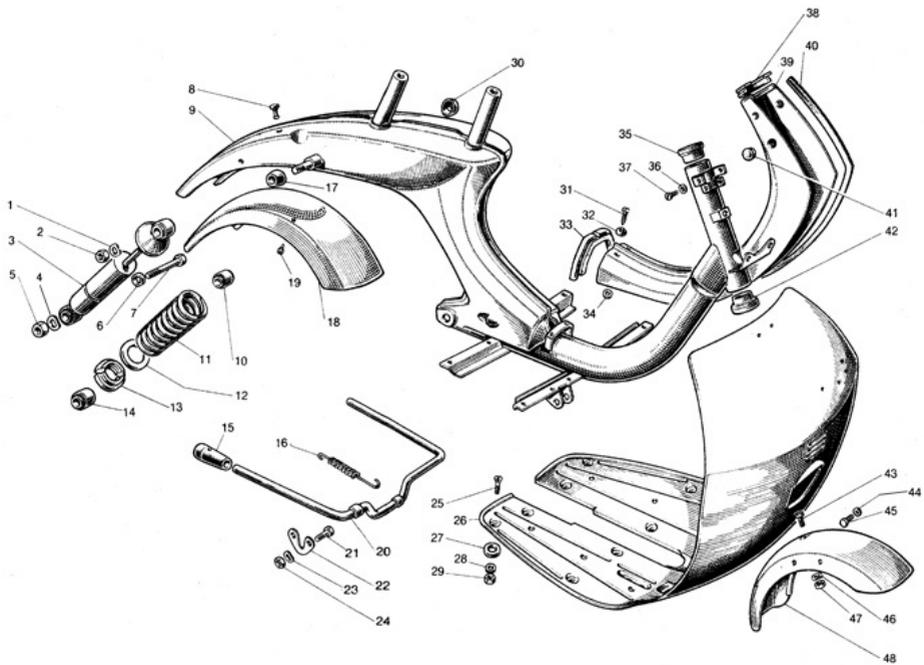
Nelle automobili ciò viene effettuato per ridurre molto i costi d'investimento iniziali per la produzione; per questo progetto invece è interessante cercare di capire se è possibile trasferire tale metodologia nel mondo delle due ruote, ma con la finalità di creare un mezzo unico di base che si trasformi in tantissimi mezzi a seconda di ciò che l'utente richieda dallo stesso.

Il fulcro del progetto si sposta quindi in questo modo dal prodotto all'utilizzatore.

Il Telaio.

Il telaio è la struttura portante che sostiene le varie parti che costituiscono un oggetto, sia esso un elettrodomestico, una macchina utensile o un veicolo. È una componente essenziale alla quale vengono assicurate tutte le altre componenti o sovrastrutture.

Prendendo in esame i telai applicati alla realizzazione di veicoli, nei decenni di evoluzione della conoscenza meccanica e delle capacità realizzative, si sono susseguite diverse tipologie di telai, anche estremamente diversi tra loro, che rispondevano ad un bisogno ben preciso dell'epoca della loro progettazione e che si sono quindi evoluti per restare al passo non solo coi tempi, ma anche con le naturalmente mutate necessità.



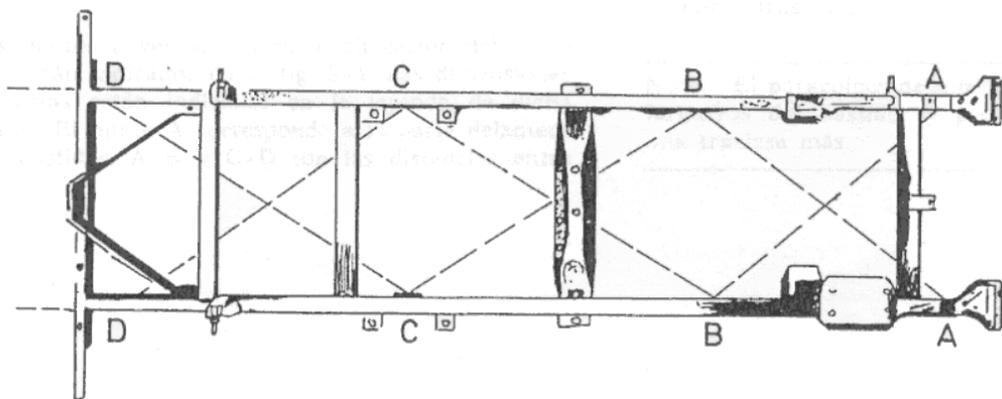
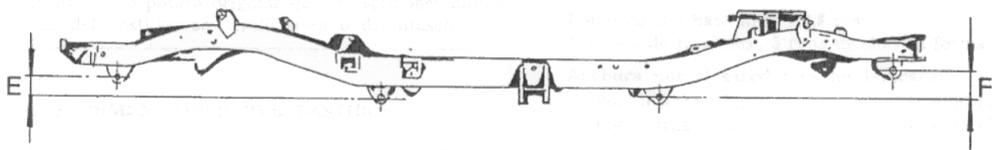
Il Telaio a longheroni.

E' stato il primo schema costruttivo impiegato nella produzione di autoveicoli.

E' costituito da una struttura piana a forma di "scala a pioli" composta da due elementi longitudinali, i longheroni appunto, connessi da diversi elementi trasversali chiamati traverse, cui è affidato il compito di fornire resistenza alle forze laterali e conferire rigidità torsionale all'insieme.

I punti di connessione fra traverse e longheroni sono generalmente rinforzati con piastre saldate.

La carrozzeria è connessa al telaio mediante tasselli elastici che aumentano l'isolamento dell'abitacolo da rumore e vibrazioni.

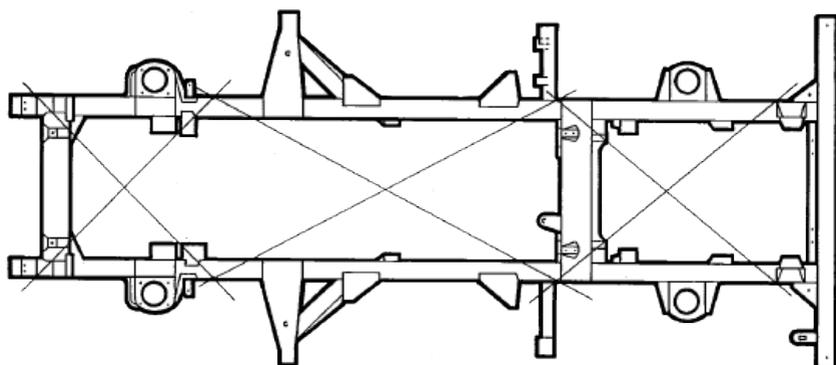


Il telaio a longheroni ha diversi punti di forza che gli hanno garantito una vita estremamente longeva, che dura tutt'oggi nei fuoristrada e veicoli industriali. Tra questi possiamo elencare:

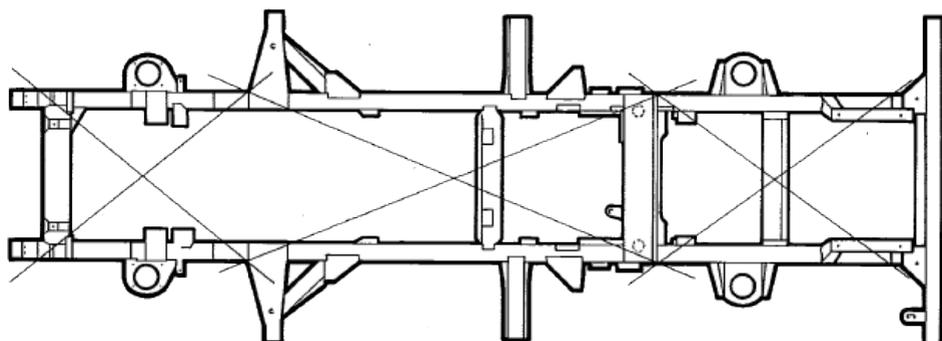
- Grande semplicità della struttura con conseguente semplificazione della progettazione e realizzazione.
- Versatilità derivante dalla semplicità della struttura che permette non solo di montare più carrozzerie sullo stesso telaio, ma anche di allungarlo o accorciarlo a piacimento, creando così un telaio modulare.

Tra gli svantaggi abbiamo una bassa rigidità torsionale, dovuta principalmente alla bidimensionalità della struttura. A parità di rigidezza il peso è superiore del 10-15% rispetto ad un telaio di tipo monoscocca.

Nell'immagine di esempio troviamo lo stesso telaio declinato in due lunghezze diverse per adattarsi a due auto con passo diverso, l'una da 90 pollici, l'altra 110



LAND ROVER 90



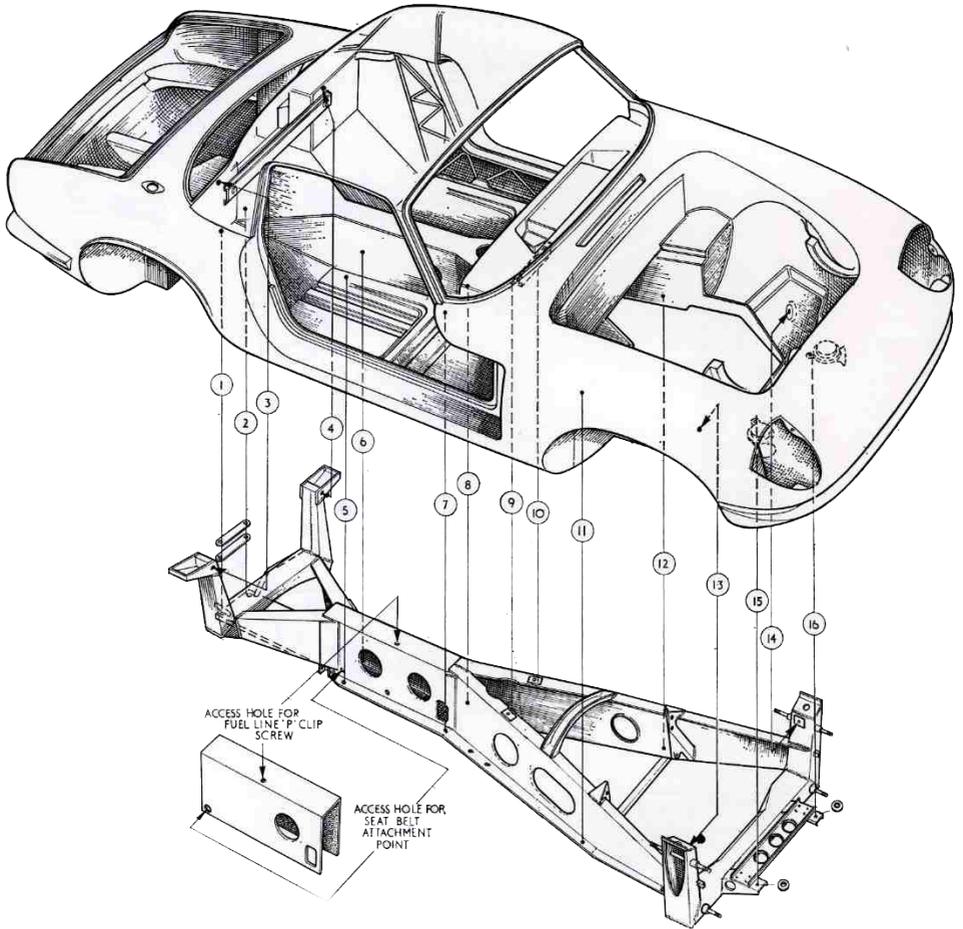
LAND ROVER 110

Il Telaio Backbone.

Dall'inglese backbone = spina dorsale, è un telaio di origine remota usato già nel primo decennio del '900 che consiste in una vera e propria "*spina dorsale*" dell'automobile realizzata in scatolato a sezione rettangolare o da un traliccio centrale composto da tubolari d'acciaio, e fornisce da solo quasi tutta la resistenza meccanica.

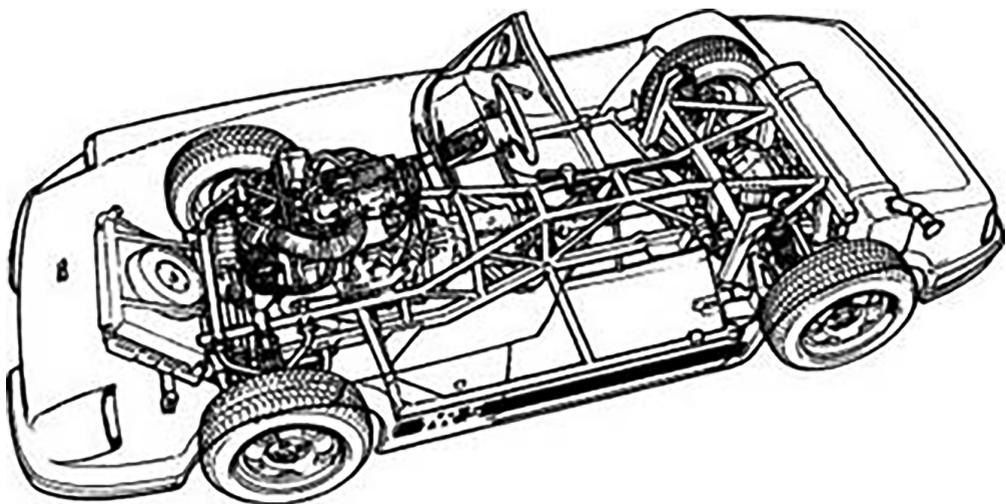
E' vincolato alla carrozzeria ed all'interno trova posto l'albero di trasmissione.

Venne sviluppato molto negli anni '60 dall'ingegnere della Lotus, Colin Chapman per le sue vetture da competizione.



Si tratta di un telaio economico da produrre e particolarmente adatto a vetture di ridotte dimensioni e con bassi volumi di produzione. Inoltre si presta molto bene sia nelle vetture sportive (numerosi sono stati i suoi impieghi nelle competizioni) sia per applicazioni in fuori strada o mezzi pesanti, dove risulta particolarmente vantaggiosa anche la sua modularità. Infatti è estremamente semplice in fase di produzione sia allungarlo, sia aumentare il numero degli assi delle ruote, caratteristica indispensabile per l'utilizzo su camion.

Presenta però diversi difetti: primo tra essi è la scarsa rigidità, seguita dalla poca convenienza economica per le grandi produzioni di serie e dalla mancata protezione dagli impatti laterali; tutta la forza di un urto infatti viene assorbita totalmente dalla carrozzeria. Questi svantaggi ne hanno decretato quindi la fine nell'impiego su auto di serie.



Telaio Backbone della TVR S1 (1987)

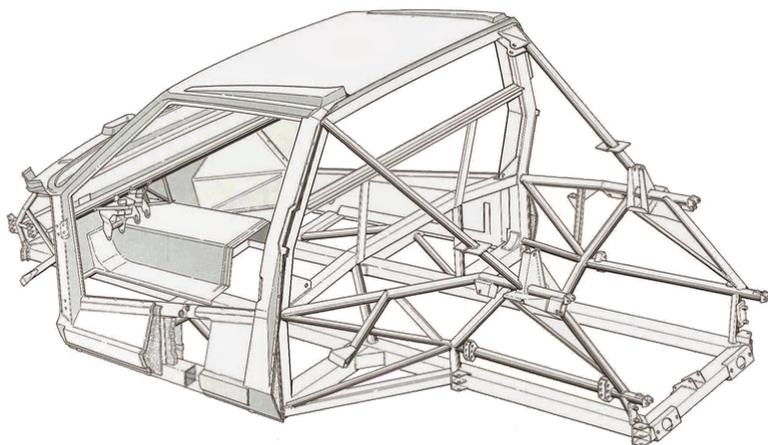
Il Telaio tubolare.

Il primo telaio tubolare venne progettato negli anni '30. Si è successivamente evoluto sempre più negli anni fino a diventare un vero e proprio punto di riferimento per la costruzione di telai per mezzi ad elevate prestazioni. Da poco più di un decennio è stato sempre più spesso soppiantato dai più performanti monoscocca in materiali compositi.

E' costituito da un traliccio di tubi in acciaio saldati tra loro, generalmente con sezione circolare (o rettangolare per semplificare le connessioni). Le travi tubolari vengono disposte come a formare un'ossatura tridimensionale del veicolo donandogli quindi una grande resistenza e rigidità. I pannelli della carrozzeria sono attaccati ai tubolari e non hanno quindi nessuna funzione strutturale.

Al fine di aumentare la rigidità e diminuire il peso, viene utilizzata come forma base dei tralicci il triangolo, con forme disposte in modo da subire forze esclusivamente di trazione o compressione, mai di torsione.

LANCIA DELTA S4

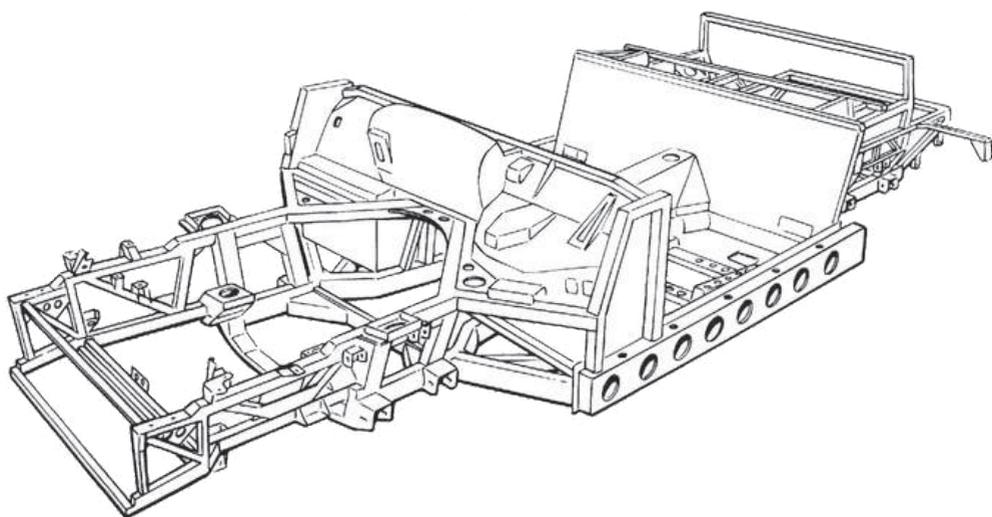


Disegno d'epoca del telaio tubolare di una vettura da competizione del Gruppo B, la Lancia Delta S4, che sfruttava efficacemente questo sistema strutturale

E' caratterizzato da elevate prestazioni, con ottimi rapporti rigidità/peso, superati solamente dalle scocche in fibre di carbonio. L'applicazione di questa soluzione a vetture di serie è fortemente ostacolata dalla rilevanza dei costi e dei tempi di costruzione e di assemblaggio, impossibili da automatizzare efficacemente.

Inoltre è un'architettura che non ottimizza lo spazio volumetrico della vettura, ed in particolare comporta notevoli ingombri nella zona dei tubolari laterali, che innalzano la soglia inferiore delle portiere, pregiudicandone l'accessibilità.

Per questi motivi le applicazioni per produzioni di serie si sono da sempre limitate a vetture sportive di classe elevata, quasi sempre con ridotti volumi produttivi



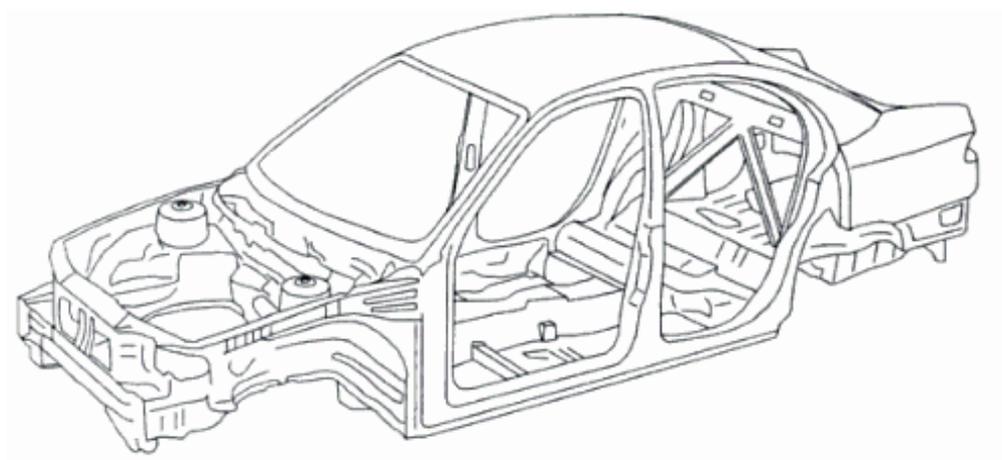
Telaio tubolare di una Ferrari 550 Maranello

Il Telaio a scocca portante in acciaio.

La scocca portante in lamiera di acciaio stampata è da decenni la soluzione più adottata da tutte le industrie automobilistiche per normali vetture di serie, tanto da essere utilizzata da circa il 95% dei veicoli attualmente in produzione. Il motivo principale risiede nelle qualità generali, nella economicità e nella grande adattabilità alla produzione automatizzata, accoppiate al buon livello delle prestazioni consentite.

Ha la funzione sia di sostenere le parti meccaniche (motore, cambio, trasmissione, etc.) che di proteggere gli occupanti del veicolo ed unisce in un unico elemento le 2 funzioni di telaio e carrozzeria.

La struttura è costituita da centinaia di elementi stampati saldati indissolubilmente tra loro tramite saldature a punti eseguite da macchine automatiche.



Presenta numerosi vantaggi tra cui:

- Materiale di base molto economico (si utilizzano infatti lamiere di acciaio da stampaggio a basso tenore di carbonio)
- Grande economia di scala che permette elevate produzioni a costi bassi, ad eccezione del cospicuo investimento iniziale
- Ottimo comportamento agli urti
- Ottimo sfruttamento dello spazio
- Perfettamente adatta alla produzione in grande serie

Mentre tra gli svantaggi troviamo:

- Pesantezza dovuta alla quantità di materiale utilizzato
- Impossibilità di realizzare piccole serie a causa degli importanti investimenti iniziali



Scocca portante di una Citroen Traction Avant (1934)

Il Telaio a scocca portante in alluminio.

Il telaio a scocca portante in alluminio è realizzato in modo analogo al precedente in acciaio, ed ha come obiettivo primario il risolvere il grande limite di quest'ultimo: il peso eccessivo derivante dal materiale e dalla quantità utilizzata. Per la sua realizzazione ci si serve infatti di lamiere stampate di alluminio anziché di acciaio.

Anche in questo caso la scocca ha quindi funzione portante e racchiude il concetto di telaio e scocca esterna in un unico elemento.

Rispetto ad una scocca portante in acciaio presenta perlopiù gli stessi vantaggi di economia di scala, adattabilità quindi a produzione in grandi numeri, ottimo sfruttamento dello spazio, ottima risposta agli urti, ma a questi aggiunge una considerevole riduzione del peso, che mediamente di aggira intorno al 40% in meno.



Der neue Audi A8 L

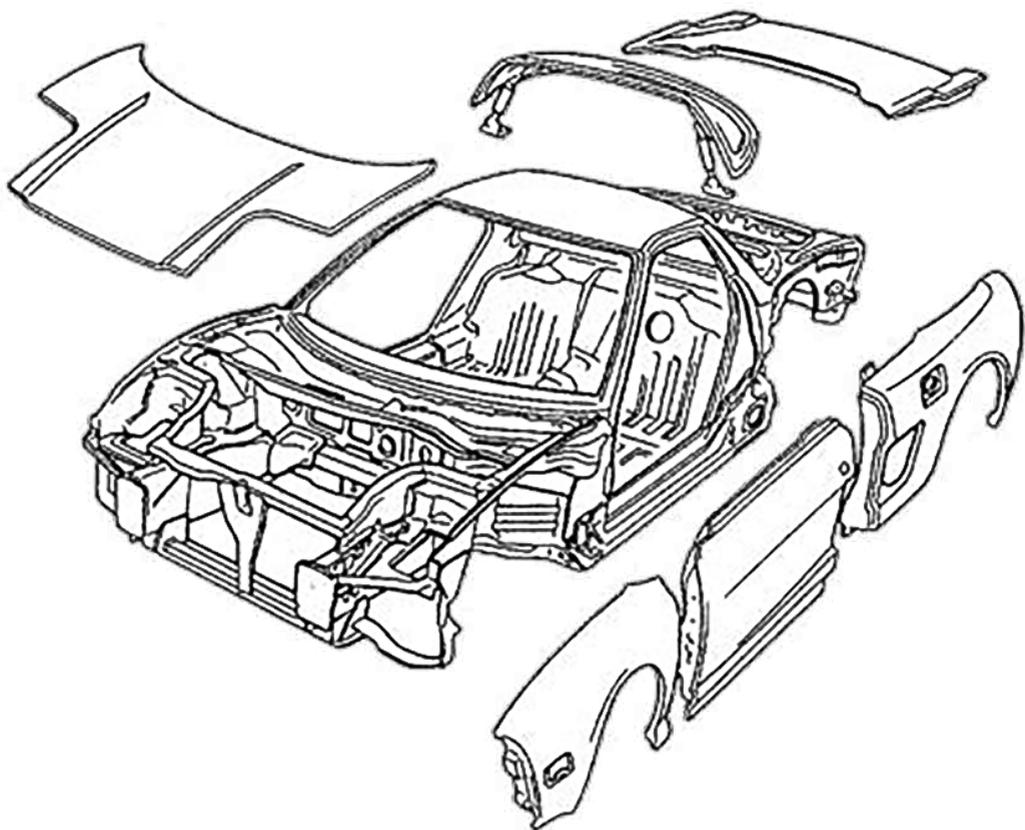
Audi Space Frame
The new Audi A8 L



Scocca portante in alluminio di una Audi A8

Questa soluzione strutturale presenta però diversi svantaggi, il primo tra i quali è sicuramente il costo della materia prima. Le lamiere stampate in alluminio arrivano infatti a costare anche 5 volte il prezzo delle lamiere in acciaio, ed a questo si aggiunge un costo della produzione contestualmente aumentato a causa della maggior difficoltà alla lavorazione propria del materiale. Oltre a questi svantaggi propri dell'alluminio va considerato anche il problema comune anche alle scocche portanti in acciaio, cioè l'alto investimento iniziale per avviare la produzione che ne preclude la realizzazione di pochi esemplari.

Inoltre la scocca portante in alluminio subisce una tecnologia non ottimizzata per questo materiale, ma per l'acciaio: nasce infatti come una variazione di quel tipo di soluzione telaistica con tutti i conseguenti svantaggi del caso.



Scocca portante in alluminio di una Honda NSX (1991)

Integrated Bodyframe.

All'inizio degli anni 2000 la Land Rover sviluppò un sistema strutturale chiamato Integrated Bodyframe che altro non è che un ibrido che nasce dall'unione di due sistemi già discussi nelle pagine precedenti, ovvero il classico ma mai tramontato telaio a longheroni e traverse, e una scocca portante in acciaio.

I progettisti si erano posti come obiettivo di migliorare notevolmente le prestazioni stradali dei loro famosi fuoristrada dotandoli di una maneggevolezza a loro sconosciuta finchè erano dotati dei longheroni, senza però al contempo sacrificare minimamente le eccellenti prestazioni in fuoristrada che li avevano resi famosi e su cui una buona fetta della clientela faceva affidamento.



Struttura Integrated Bodyframe di una Range Rover. Sono ben visibili nella parte anteriore i due longheroni del telaio paralleli al senso di marcia.

La soluzione che trovarono fu di unire tramite giunzioni reversibili una scocca portante in acciaio ed un telaio a longheroni ottenendo una struttura dalla rigidità e resistenza straordinarie ma che al contempo garantisse una solida struttura di base indispensabile per il fuoristrada.

Il fatto che le due parti siano unite reversibilmente consente di separare facilmente la scocca dal telaio a longheroni e quindi permettere di svolgere grossi interventi meccanici o di riparazione molto facilmente in quanto si ha accesso diretto a tutti gli organi meccanici (motore, cambio, trasmissione, etc...) che sono montati sul telaio.

Il più grosso svantaggio di questa soluzione è rappresentato dal peso rilevante dovuto al fatto di avere due strutture portanti: il Discovery 3 dell'immagine a fianco dichiara a secco un peso di 2.7 tonnellate; un peso importante, a cui conseguono anche consumi di pari passo, importanti.



Struttura Integrated Bodyframe di un Discovery 3 (2004).
Si nota la tipica struttura esterna della scocca portante

Il Telaio monoscocca in fibra di carbonio.

Mentre in alcune vetture di nicchia sono impiegati compositi in fibra di carbonio per parte dei pannelli esterni con l'esclusivo scopo dell'alleggerimento, solo poche automobili sono dotate di un'intera scocca portante realizzata con questi materiali.

Il primo telaio a fare uso di questa tecnologia fu quello della Lotus 88 progettata dal geniale Colin Chapman per competere nel campionato del mondo di Formula 1 nel 1981, ma venne subito squalificata per eccesso di competitività, così la prima vettura a poter scendere in pista con tale soluzione fu la McLaren MP4/1 progettata da John Barnard nel medesimo anno, mostrando da subito la grande validità del progetto.

Il monoscocca in carbonio permette infatti un'enorme rigidità con un peso molto contenuto, superando in tutti gli aspetti il telaio tubolare. Nelle auto stradali viene molto spesso integrato con sottotelai in acciaio o



Telaio Porsche monoscocca in fibra di carbonio. Sono evidenti il dispositivo di sicurezza per gli urti posteriore e il sottotelaio anteriore per alloggiare organi meccanici e sospensioni

alluminio con funzione portante per motore, sospensioni, cambio, radiatori, etc..., cercando così di mantenere il monoscocca in carbonio quanto più semplice e funzionale alla rigidità possibile.

Le scocche in fibra di carbonio presentano quindi le più elevate prestazioni in assoluto, in particolare riguardo al rapporto rigidezza-peso e resistenza-peso, ma la loro adozione su vetture di serie presenta estreme difficoltà economiche dovute al costo del materiale e produttive dovute alla complessità ed alla lentezza della lavorazione, rendendo di fatto tale soluzione adottabile esclusivamente su vetture di categoria molto alta e con regimi produttivi molto limitati.



Monoscocca in carbonio della McLaren MP4/1 (1981). Fu la prima vettura equipaggiata con questo tipo di telaio a partecipare al Mondiale di Formula 1 nella stagione 1981. Dietro la schiena del pilota possiamo vedere il serbatoio integrato nel monoscocca che finisce poi tronco; in quel punto si aggancia il motore con funzione portante che sorregge cambio e sospensioni posteriori.

Conclusioni.

Come abbiamo visto in questa analisi, molteplici sono le soluzioni per l'elemento portante del veicolo che sono state sviluppate nel corso degli anni, ma solo alcune si sono rivelate abbastanza valide da giungere ai giorni nostri attraverso i decenni.

Non solo, tra le varie soluzioni ad oggi attuabili, possiamo trovare una netta prevalenza della struttura a scocca portante in acciaio che nei fatti monopolizza il panorama automobilistico odierno.

Tra i diversi difetti di tale soluzione che sono stati analizzati nelle pagine precedenti, uno in particolare prevale sugli altri, ed è certamente quello che sta più a cuore alle case automobilistiche di tutto il mondo: il costo dell'investimento iniziale.

Tale investimento infatti, non solo spaventa i piccoli produttori, ma rende anche rischioso lanciare sul mercato vetture delle quali non si è più che sicuri sul loro successo di vendite. Le case negli ultimi anni hanno cercato quindi di trovare una soluzione a tale

problema, cioè il cercare di superare, o quantomeno ammortizzare il muro di un così cospicuo investimento. La soluzione migliore, adottata da moltissimi è stata quindi quella del cosiddetto *“Platform sharing”*, ovvero il mettere insieme da parte di case diverse gli sforzi sia finanziari sia progettuali per creare non una scocca portante per una singola automobile, ma una vera e propria piattaforma modulare che potesse essere facilmente modificata e quindi condivisa da più modelli non necessariamente dello stesso marchio o tipologia.

Quest'intuizione è riuscita ad abbattere in gran parte i problemi di investimenti ed ha aiutato molte case automobilistiche ad avere a catalogo una selezione di modelli molto più ampia rispetto al passato ad un prezzo, sia di investimenti sia di vendita, minore.

Nelle prossime pagine andremo ad analizzare tale soluzione.

Pianale.

Il pianale di un'automobile è una struttura meccanica portante destinata ad accogliere i vari organi meccanici dell'autoveicolo, adattabile in più configurazioni diverse. Permette la realizzazione di veicoli anche di categorie diverse tra loro senza la necessità di dover riprogettare la struttura portante per ognuno di essi, abbattendo così in maniera significativa i costi di sviluppo, i costi di investimento e il tempo necessario alla progettazione ed alla produzione.





Adattabilità.

Questa variabilità di forme e soluzioni riesce ad avere luogo grazie ad una progettazione del pianale che mette al primo posto l'adattabilità. Ci sono infatti alcuni elementi fissi come forme e dimensioni, altri che variano grazie alla modularità del progetto. Si ha così dunque la possibilità di sostituire dei moduli o delle parti con delle altre, al fine di ottenere moltissime combinazioni senza riprogettare l'intera struttura.

E' possibile in questo modo cambiare facilmente in sede di realizzazione la lunghezza, la larghezza, l'altezza massima e perfino l'altezza da terra del mezzo, permettendo di spaziare tra diverse categorie di automobile, come ad esempio dalla citycar al piccolo SUV o crossover con lo stesso pianale ed un'unica progettazione di base.



Esempi.

In queste pagine vengono mostrati alcuni esempi di auto che condividono lo stesso pianale e sono quindi figlie della stessa progettazione. Sono esempi di due o tre auto “gemelle”, ma una singola piattaforma, specialmente quelle di più recente concezione, può offrire molte più auto.

Ad esempio il pianale mostrato nelle pagine precedenti, denominato Volkswagen MQB e progettato nel 2015, è destinato ad accogliere tutte le auto della casa tedesca dal segmento B al segmento D, ovvero dalle piccole utilitarie a quelle che vengono definite “Large family car” anche di fascia alta, stiamo parlando quindi della quasi totalità delle vetture a catalogo VW.

Non solo, il pianale è ovviamente progettato prevedendo di farlo funzionare da basamento anche per quelle auto che ancora non esistono, e questo gli assicurerà certamente una grande longevità col passare degli anni. La particolarità di questa struttura è la sua capacità di accogliere tutti i vari tipi

di motorizzazioni presenti in commercio, da quelli a benzina, gasolio e metano senza tralasciare le unità ibride e quelle elettriche, risparmiando i costi di start-up nel settore progettuale e affiancandosi al pianale longitudinale (MLB) sviluppato da Audi.

In particolare, è suddiviso in diverse parti, si presenta con la distanza tra acceleratore e la parte centrale della ruota anteriore invariata, mentre il passo, la carreggiata e la dimensione delle ruote sono variabili consentendo così ad ogni modello di assumere configurazioni diverse e tipiche della categoria a cui appartiene.



Fiat 500X



Jeep Renegade

Seat Ibiza



Volkswagen Polo





Peugeot 2008



Opel Crossland X

Mercedes Classe A



Infiniti Q30





Toyota Aygo

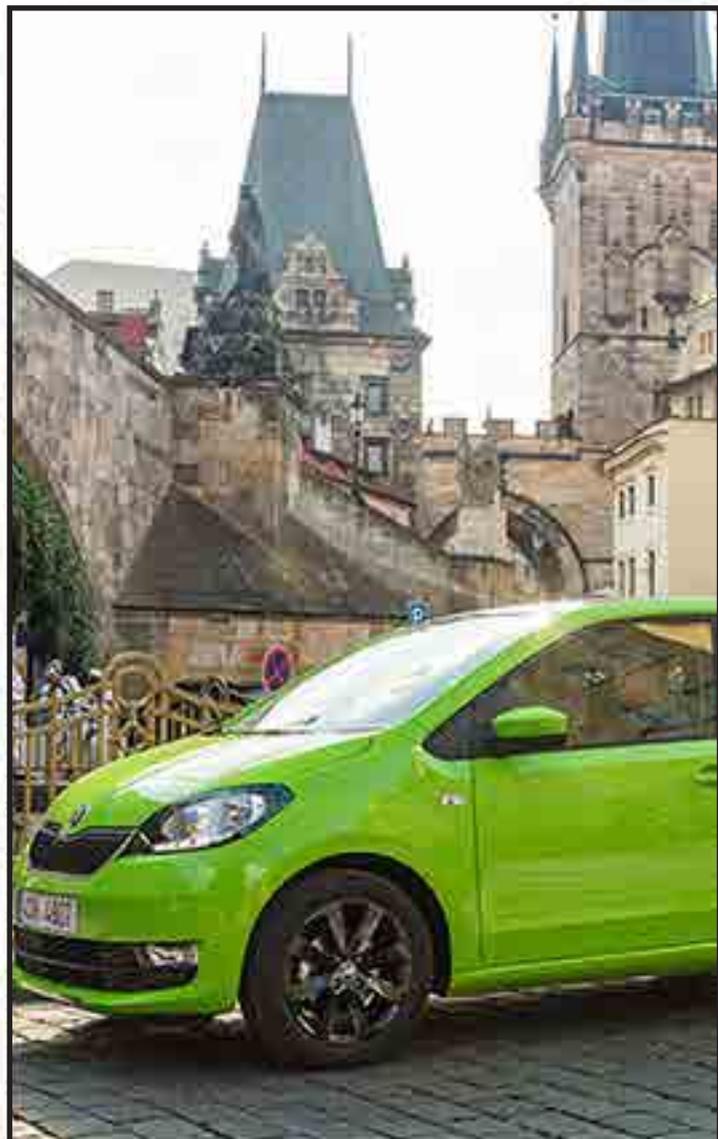


Volkswagen up!



Seat Mii

Skoda Citygo



Svantaggi.

Come abbiamo visto, avere una struttura comune a molte auto è un vantaggio enorme per i costruttori sotto molteplici punti di vista.

E' una soluzione che però non presenta solo punti positivi. L'aver a catalogo infatti una base che si declina in molte auto diverse è sicuramente un vantaggio per chi vende, che ricava margini più elevati, e per chi acquista, poichè può spuntare un prezzo minore. Ma facendo ciò si assiste in generale ad una certa standardizzazione del panorama automobilistico.

Se in passato ogni auto aveva il suo carattere, il suo fascino, il suo carisma, oggi non sempre è così. Soluzioni tecniche sempre più al risparmio hanno portato ad un certo "piattume" ed avere auto sempre più simili tra loro di certo non aiuta in tal senso.

C'è però un fattore da tenere sempre in vista quando si fanno queste considerazioni: il target.

L'acquirente medio di oggi infatti è sempre meno consapevole ed interessato alla pura tecnica ed alla composizione telaistica del mezzo che va ad acquistare. Se due auto sono all'apparenza diverse, non ci si va il più delle volte a chiedere se lo sono davvero o come si guidano. Sono belle? Consumano poco? Non costano molto? Bene. I problemi finiscono qui il più delle volte.

Poco importa se la MiTo usa in realtà un pianale derivato dalla Punto, e se della grande tradizione Alfa di motori boxer e cambi transaxle rigorosamente abbinati ad una trazione posteriore, con una pedaliera conformata per facilitare il punta-tacco non è rimasto ormai più nulla. I problemi oggi paiono essere altri.

Ed è per questo che i vantaggi di un pianale di base superano nel mercato attuale gli svantaggi, e anche di gran lunga, rendendola nei fatti la soluzione ideale per il mercato di oggi.

Applicazioni motociclistiche.

Come abbiamo notato in questa carrellata di esempi estremamente sintetica, il panorama automobilistico è letteralmente costellato di esempi di *Platform sharing*, una tecnologia nata al fine di risolvere un problema non da poco per i produttori di auto.

Una tecnologia che non è certo esente da svantaggi rispetto ad una più tradizionale, ma che vengono di gran lunga superati dai benefici prodotti.

Cerchiamo ora di analizzare cosa invece accade nel panorama motociclistico odierno, partendo dalle origini, come è stato fatto per il mondo automobilistico, e cercando di sviscerare quante più informazioni utili al fine di comprendere cosa sta succedendo, il perchè, quali sono le tecnologie all'avanguardia nel campo, e soprattutto se anche in questo mondo, similmente a quanto visto in precedenza, sono stati ideati ed adottati stratagemmi di condivisione di

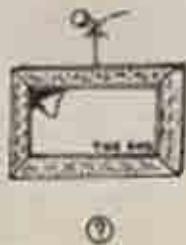
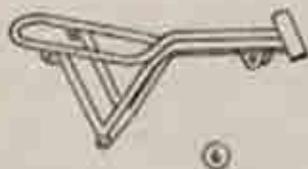
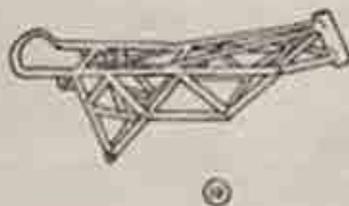
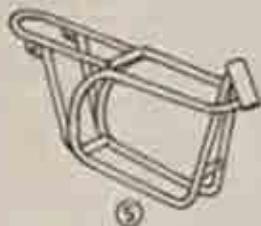
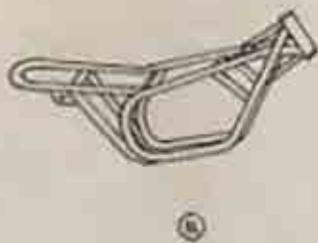
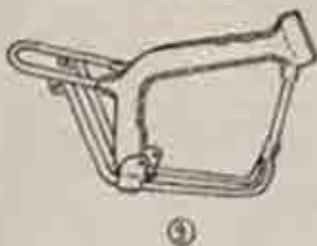
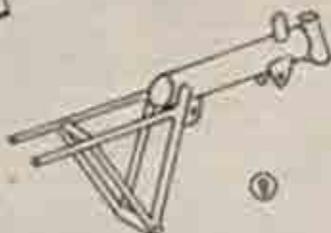
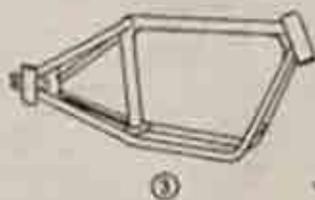
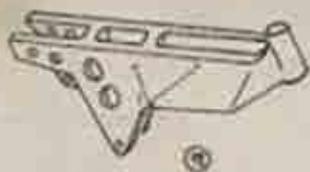
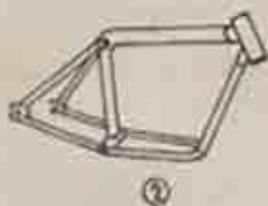
conoscenze e progetti atti al superamento di barriere di natura economica, logistica, o progettuale.

Inizieremo quindi con un po' di storia che ci porterà a capire cosa si intende per telaio in un motociclo, qual è la sua funzione precisa, come si è evoluto nel corso dell'ultimo secolo, cosa è stato migliorato e cosa invece si può ancora fare, prendendo in considerazione non solo forme e materiali della tradizione, ma sfruttando anche le conoscenze che oggi abbiamo su materiali e processi produttivi innovativi.

Telaio motociclistico.

Il telaio è, per definizione, un elemento meccanico strutturale grazie al quale si reggono tutti gli altri elementi. Agli inizi dello scorso secolo, agli albori del motociclo, derivando questo dalla bicicletta, il telaio venne ripreso quasi uguale con la sola aggiunta di un serbatoio e un motore tra le canne del telaio, collegato da una catena alla ruota posteriore, uno schema estremamente classico, economico e collaudato, che ben si sposava con le ridottissime prestazioni dei propulsori, e il ruolo della moto, ovvero una bicicletta che va poco più veloce e permette di affrontare le salite senza sforzo da parte del conducente. Con il tempo e le sempre crescenti prestazioni dei motori, il telaio si è evoluto sempre più passando per innumerevoli forme, di cui qui ne verrà mostrata una carrellata delle più significative.

DIVERS
TYPES
DE
CADRES



Albori del motociclo.

Come abbiamo già detto, la motocicletta nasce come una derivazione della già esistente bicicletta. Appare quindi logico che le prime soluzioni tecniche vennero travasate da quel mondo, così come il già esistente know-how. I primi modelli quindi, erano delle bici motorizzate a tutti gli effetti, similmente a quanto accade oggi con le bici elettriche create montando dei kit aggiuntivi su biciclette già esistenti. Si utilizza una base che si ha già per posizionarci la nuova tecnologia. Con le moto accadde la stessa cosa.

Come si vede chiaramente dall'immagine a lato, il modello in questione ha ancora tutta la trasmissione di una bicicletta, compresi i pedali, ed il motore è solo un aggiuntivo meccanico che potrebbe benissimo essere stato messo lì dopo. La progettazione del telaio non è quindi in funzione del nuovo mezzo, ma utilizza conoscenze, forme e materiali propri della progettazione di una comunissima bici.



Questo accadeva anche ovviamente a tutte le sue coeve.

Come possiamo notare, i telai in questo periodo erano totalmente sprovvisti di sospensioni, essendo appunto delle biciclette, e l'unica forma di comfort era dato dalla sella leggermente molleggiata.

Sopra la canna inferiore del telaio trovava alloggiamento il motore, alimentato da un carburatore posto subito dietro ad esso, che aspira aria direttamente dall'ambiente circostante e preleva la necessaria benzina dal serbatoio posto sopra di esso, sorretto dalla canna superiore del telaio.

Il tutto è collegato alla ruota posteriore da una trasmissione a catena indipendente da quella che viene azionata dai pedali e che è composta da un pignone posto sull'albero di uscita del cambio dove presente, e da una enorme corona perimetrale al cerchio posteriore, di dimensioni così importante a causa della necessità di demoltiplicare molto la scarsa coppia erogata dal piccolo motore.



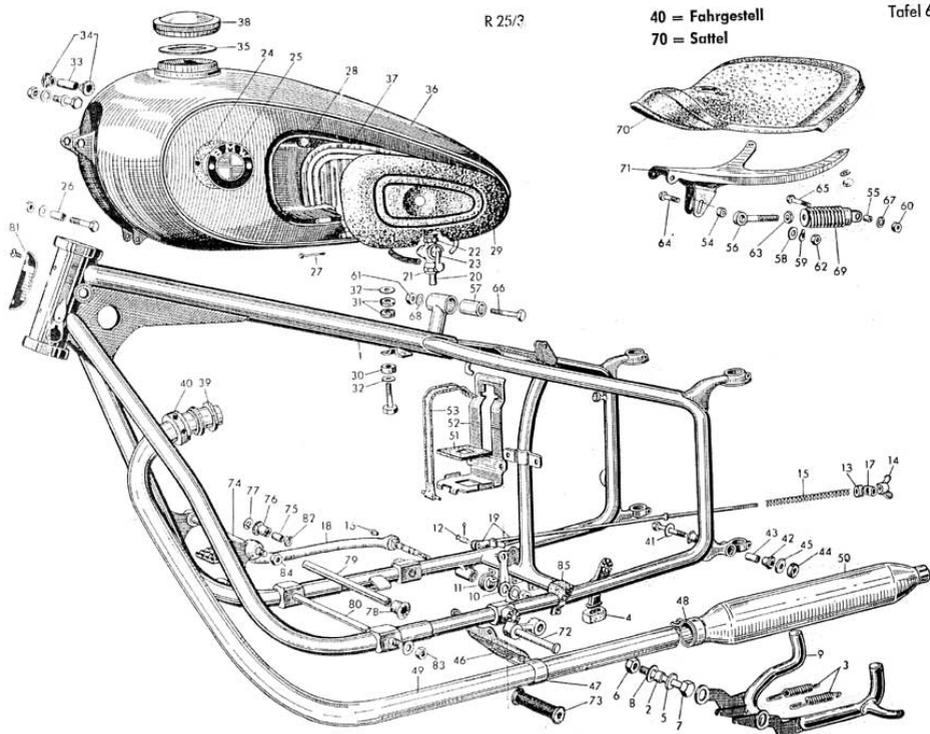
Il Telaio a doppia culla.

Con il passare del tempo, la motocicletta e la bicicletta hanno preso strade sempre più divergenti, diventando mezzi che oggi non hanno praticamente più nulla da spartire se non il numero delle ruote.

Ciò è avvenuto per tappe intermedie ed in maniera molto graduale.

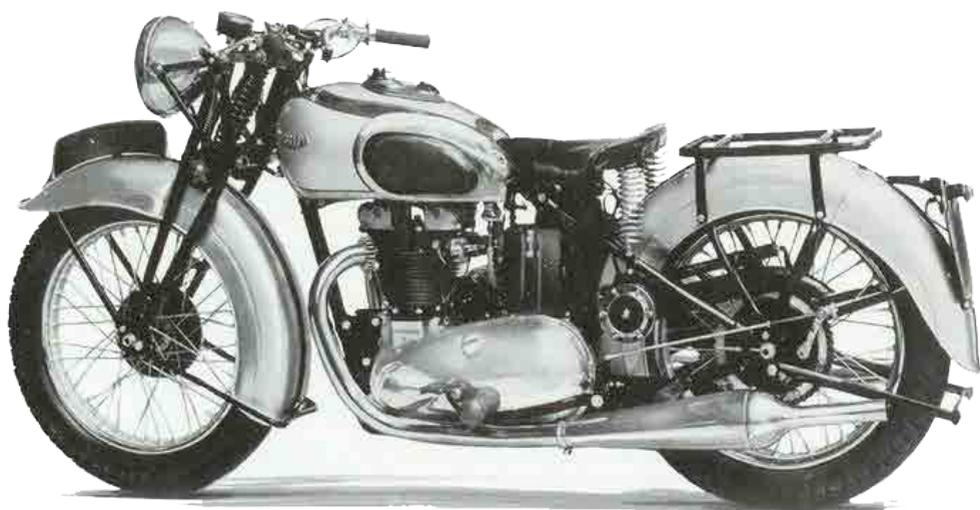
Una prima grande differenziazione tra i telai dei rispettivi mezzi è stata creata con l'adozione del telaio a doppia culla.

Anzichè l'antica culla singola che alloggiava al suo interno il piccolo motore spesso monocilindrico, si rivelò la necessità di creare un telaio più robusto e capiente che garantisse alla moto stabilità a velocità decisamente più elevate che in passato, che si avvicinavano sempre di più ai 100 km/h, ed al contempo avesse una capienza tale da poter alloggiare motori molto più grandi, pesanti, e con vibrazioni notevoli che necessitavano quindi di un supporto saldo e sicuro.



Anche i serbatoi si svilupparono di conseguenza per garantire capienze maggiori al fine di poter soddisfare gli assetati motori di cilindrata e frazionamento crescente. Si affermarono in questa fase infatti i bicilindrici che garantivano maggiori prestazioni e regolarità di funzionamento.

Le forcelle vennero spesso equipaggiate di molle per fornire un minimo di comfort sulle dissestate strade dell'epoca, ma al posteriore si trovavano ancora dei carri rigidi in corpo unico con il resto del telaio; la sella molleggiata rimaneva quindi ancora di largo utilizzo ed unico strumento di sospensione posteriore.



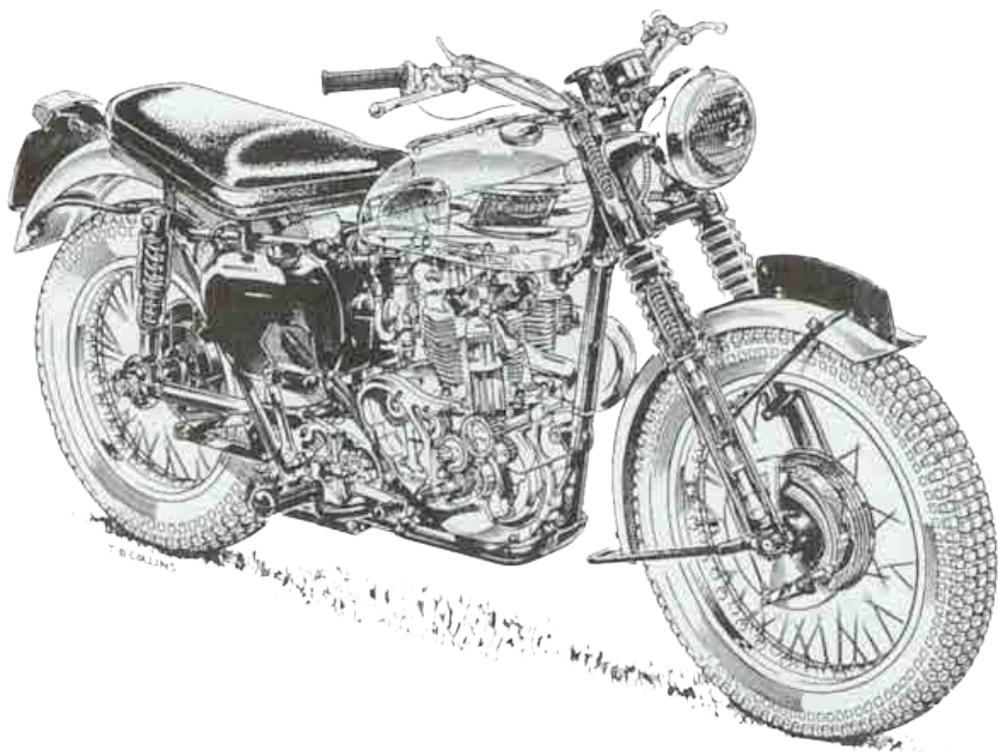
Triumph Tiger 100 (1939)

Evoluzioni del telaio a doppia culla.

Con il trascorrere del tempo si è abbandonato il concetto del telaio rigido al posteriore e la sella ammortizzata, e dopo essere passati per diverse sperimentazioni come il mozzo molleggiato, si è giunti ad una forma decisamente più attuale e che, quasi immutata prosegue ancora oggi su alcune tipologie di moto.

Il telaio infatti finisce adesso tronco al posteriore appena dopo il motore, ed in quel punto si infulcra quello che prende il nome di forcellone, elemento in acciaio o alluminio a forma di grande U, vincolato al telaio e molleggiato in passato con due ammortizzatori, uno per lato, agganciati ai lati della sella.

Per ottenere una leva più vantaggiosa, con gli anni gli ammortizzatori sono stati spostati sempre più avanti, vicino appunto al fulcro, fino ad arrivare alla soluzione odierna, inaugurata nella metà degli anni '80 dell'unico monoammortizzatore.



Triumph TR6 "Trophybird" (1956)

Il monoammortizzatore infatti, riesce a dare una maggiore precisione di guida e possibilità di regolazioni rispetto alla vecchia soluzione. Si aggancia in alto al telaio, ed in basso o direttamente al forcellone, o più spesso, ad un sistema di leveraggi che agiscono poi proprio sul forcellone, ma che rendono la funzione sospensiva molto più progressiva. Il telaio a doppia culla in acciaio garantisce una discreta rigidità, anche se non eccezionale, ed alloggia il motore e le parti meccaniche al suo interno, è quindi il solo elemento su cui si scaricano le forze, ed il motore è portato, non svolge quindi funzione strutturale. Questo telaio è molto utilizzato oggi specialmente nelle moto da fuoristrada (dove le travi superiori che svolgono la maggior parte della funzione portante a volte sono in alluminio) a causa della sua robustezza, protezione del motore, che rimane totalmente all'interno, e flessibilità che aiuta nella guida su fondi accidentati.



Moto da cross moderna durante un salto. Sono molto evidenti nella parte bassa le due travi inferiori del telaio a doppia culla.

Il Telaio monoscocca.

Come spessissimo è avvenuto nella storia automobilistica e motociclistica, le innovazioni vengono dalle competizioni. Il telaio monoscocca non fa eccezione. Tra la fine degli anni '60 e l'inizio dei '70 diverse case sperimentarono il telaio monoscocca, come la Ossa 250 e la Kawasaki 500 H1R. Il brillante ingegnere Peter Williams della Norton, pensò al telaio monoscocca per creare una moto nettamente superiore come guidabilità rispetto alle rivali, dato che doveva colmare un enorme gap di motore poichè il suo, risalente agli anni '40, era capace di poco più di 60cv contro i 100 degli avversari. I telai monoscocca erano essenzialmente basati su una struttura scatolata ad elevata resistenza torsionale simile a quelle delle vetture di Formula 1, a loro volta derivate dalle costruzioni aeronautiche in lamiera di alluminio rivettata. Una struttura scatolata che unisce il canotto di sterzo al perno del forcellone e che, occupando molto spazio, utilizza lo spazio vuoto all'interno degli



scatolati come serbatoi per carburante e olio. In questo modo il baricentro si mantiene basso, le masse centralizzate, e la guida ne risente positivamente. Inoltre non si ha l'ingombro di un serbatoio da collocare. Una soluzione geniale che consentirà a Peter Williams di vincere il Tourist Trophy nella classe F750 del 1973 con lui stesso alla guida.

Oggi questa tecnologia viene utilizzata di rado, ma offre molti vantaggi come ad esempio la diminuzione dell'ingombro. Nell'immagine a lato viene rappresentato il telaio di una moto di stazza davvero imponente con un motore importante; un telaio tradizionale, per avere una adeguata rigidità sarebbe stato decisamente più ingombrante e pesante, inoltre il monoscocca riesce ad incorporare elementi che altrimenti sarebbero rimasti a sé stanti, a scapito quindi della rigidità e guidabilità.



Telaio monoscocca in alluminio della Kawasaki ZZR 1400

Il Telaio a traliccio.

Un altro tipo di soluzione è rappresentata dal telaio a traliccio.

E' costituito da tubi di acciaio saldati tra di loro di sezione variabile a seconda delle forze che vanno a sostenere. Presentano una configurazione base a triangolo per avere la maggior resistenza e rigidità possibile contenendo al massimo gli ingombri ed il peso.

Il telaio a traliccio offre diversi vantaggi. Esso è infatti molto leggero, ma al contempo è molto resistente. È maggiormente apprezzabile nelle prestazioni sportive, in quanto ha una maggior resistenza alla torsione e quindi dona alla moto una maggior maneggevolezza anche a velocità molto elevate.



Viene utilizzato quasi esclusivamente sulle moto da strada ed in particolare Ducati ne ha fatto un vero e proprio marchio di fabbrica. A causa dell'elevata rigidità non trova applicazioni in moto da fuoristrada, che preferiscono telai più tradizionali e flessibili come il doppia culla, poichè tende ad essere troppo diretto nelle reazioni.

E' un tipo di telaio che si presta sia ad essere utilizzato come unica struttura portante del motoveicolo, sia accoppiato ad un motore portante, come è il tipo nella pagina precedente. Vediamo infatti nella parte posteriore un grosso restringimento nella zona ad X che sarebbe un punto di grande debolezza se non ci fosse ancorato lì il motore a sorreggere il tutto ed irrigidire ulteriormente la struttura, essendo il motore così rigido da poter essere assimilato con buona approssimazione ad una struttura indeformabile.



Il Telaio monotrave.

Nelle moto la trave è la parte superiore del telaio motociclistico, che solitamente collega l'avantreno con il forcellone posteriore. I telai possono essere monotrave, ovvero con una sola trave che passa sopra al motore, o bitrave, ovvero con due travi che non passano più sopra al propulsore, ma ai due fianchi. Questo tipo di telaio viene anche chiamato perimetrale.

Generalmente questi tipi di telaio non presentano la culla inferiore per sostenere il motore, che rimane quindi appeso alla struttura.

Questo tipo di telaio presenta ingombri molto ridotti così come i pesi, oltre ad una buona semplicità costruttiva, e venne quindi ampiamente utilizzato nei motorini a marce degli anni '80, per questo soprannominati "tuboni".



Malaguti Firebird 50 (1982)
Si può notare l'evidente telaio monotrave in acciaio a cui è appeso dall'alto il motore. Il monotrave di grossa sezione funge inoltre anche da serbatoio.

Al fine di ottimizzare ulteriormente ingombri e pesi, queste tipologie di motorini erano sprovviste di serbatoio, funzione svolta dalla sezione cava del grande tubo monotrave del telaio, che aveva così però autonomia limitata.

Per un utilizzo motociclistico però il monotrave presenta una rigidità non ottimale per l'utilizzo stradale, e viene quindi largamente utilizzato in fuoristrada, accoppiato ad una culla di supporto motore.

Per utilizzo stradale invece, al fine di ovviare a questo inconveniente, il monotrave viene utilizzato in accoppiata ad un motore portante, creando quindi un insieme molto rigido e al contempo leggero, dato che la gran parte della funzione portante viene svolta dalla rigidità del motore e quindi il telaio può essere ulteriormente ridotto all'osso.



Yamaha MT 07 (2015)

Esempio di telaio monotrave applicato ad una moto di moderna progettazione. Il motore svolge funzione portante e ad esso è addirittura vincolato il monoammortizzatore posteriore.

Il Telaio perimetrale.

Come detto in precedenza, il telaio perimetrale consiste in due travi superiori che passano sui fianchi del motore.

Il telaio viene disposto più esternamente possibile, in modo da aumentare la rigidità del veicolo e nel caso delle motociclette questo risulta quasi sempre facilmente visibile.

Questo telaio generalmente realizzato in alluminio, presenta due travi superiori scatolate, per aumentare la superficie della sezione trasversale del telaio, diminuire i pesi e aumentare la rigidità. La struttura è particolarmente interessante, perché consente di collocare il canotto di sterzo e il perno del forcellone in un'ideale linea retta. Visto lateralmente, il telaio ha la tipica forma a triangolo (delta) che ne esalta la rigidità. Un'altra caratteristica evidente è la dimensione maggiorata intorno al canotto di sterzo, un'area sottoposta a uno stress particolarmente intenso durante la guida.



Telaio Deltabox di una Yamaha R1

Tra i vantaggi di questa soluzione strutturale troviamo: leggerezza e rigidità, per ottenere prestazioni elevate in rettilineo, in curva e negli arresti, ottima maneggevolezza, grazie alla notevole riduzione dei pesi (il modello Yamaha TZR250 era di ben 26 kg più leggero rispetto alla versione con telaio in acciaio) ed una grande stabilità ed agilità

Mentre tra gli svantaggi troviamo una forma del telaio molto ingombrante sia a causa delle travi di grande sezione, sia a causa delle molte nervature e delle forme complesse necessarie ad ottenere la corretta rigidità. E' inoltre un tipo di telaio che, analogamente alla scocca portante nelle auto, richiede grandi investimenti iniziali, ma permette un prezzo basso per le produzioni in grandi numeri. E' perciò molto utilizzato dalle case giapponesi, che possono permettersi grandi volumi di produzione, mentre è evitato dai piccoli costruttori europei, con volumi di vendite decisamente più bassi.



Telaio perimetrale di una Aprilia RSV4

Il Telaio in carbonio.

Il punto più estremo nella progettazione di telai motociclistici è stato certamente toccato dalla Ducati con il suo telaio anteriore monoscocca in fibra di carbonio.

Nella progettazione di questo telaio, iniziata in forma sperimentale agli inizi degli anni 2000 dall'ingegner Filippo Preziosi, sono state trasferite, in chiave motociclistica, molte conoscenze e caratteristiche d'avanguardia provenienti da altri mondi, come quello automobilistico.

Questo telaio, creato per competere nel mondiale MotoGP, ha infatti molte analogie con il monoscocca in carbonio automobilistico, specialmente in quello usato nelle competizioni, dove il motore ha funzione portante. In questo caso, questo concetto è stato estremizzato il più possibile, ed il telaio è solo il piccolo triangolo di carbonio nella foto a destra.

Anzi quello non è nemmeno il telaio, ma l'airbox, ossia la scatola del filtro dell'aria. E' stato preso questo componente essenziale



YAMAHA

EC GEAR

Stoner

0.000

YAMAHA

1

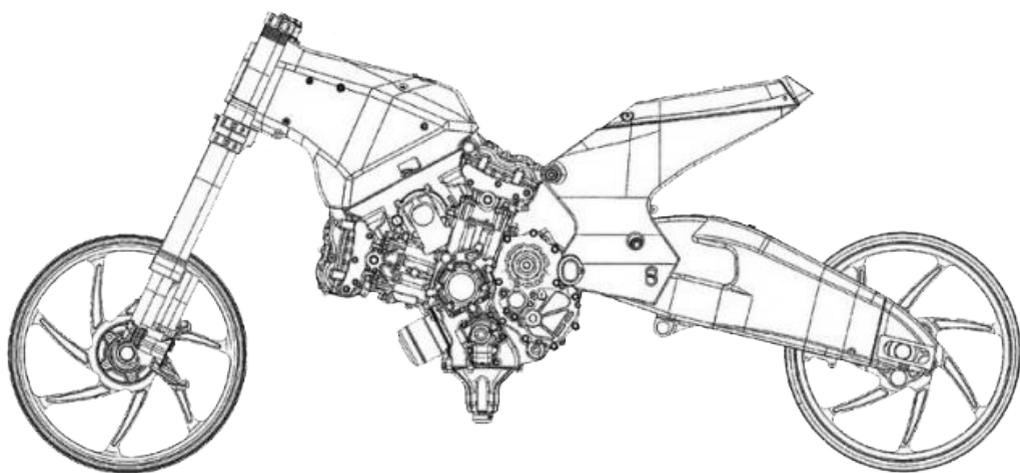
2

per il funzionamento del motore, gli è stata data una resistenza strutturale da telaio, inglobato al suo interno il canotto di sterzo, ed agganciato al motore. Come si vede nel disegno a lato, l'airbox e il motore sono il telaio, non c'è null'altro. In questo modo si assiste ad una totale e completa sparizione del telaio, assegnando il suo lavoro ad altre componenti.

Il sistema così creato è estremamente rigido e leggero oltre ad avere ingombri estremamente ridotti.

Ma ci sono anche degli svantaggi.

Il primo dei quali è rappresentato dalla difficoltà di guida riscontrato dalla quasi totalità dei piloti che si sono trovati a doverlo condurre, con il solo Stoner capace di portarlo a vincere il mondiale nel 2007. Il secondo è dato dalla necessità di dover progettare il motore insieme al telaio. Quando Ducati è infatti voluta tornare al perimetrale, ha riscontrato non poche difficoltà date dal dover riprogettare l'intero sistema.



Telaio di una Ducati Desmosedici da Gran Premio. Si nota facilmente il piccolissimo telaio nella parte anteriore del motociclo, che funge anche da canotto di sterzo e airbox. La piccola struttura che si nota nella parte posteriore è il telaietto reggisella con nessuna funzione strutturale per il veicolo. Il forcellone è infulcrato direttamente nel motore.

Un pianale comune anche per le moto.

Dopo aver visto un insieme dei tipi di telai più utilizzati nel mondo motociclistico possiamo notare come, a differenza di ciò che avviene nell'industria automobilistica, molteplici sono le tipologie correntemente utilizzate, il che si contrappone a ciò che accade con le automobili, dove, se è vero che in quel panorama esistono moltissimi modi di realizzare una struttura portante per un'auto, è anche vero che la scocca portante la fa da padrona indiscussa, con le restanti soluzioni relegate a spartirsi il restante 5% della produzione, diventando utili quindi esclusivamente per applicazioni di nicchia.

Il mondo delle moto invece risulta molto più specializzato e meno incline a compromessi di carattere economico, si tende molto più spesso a privilegiare la migliore soluzione possibile per quel dato mezzo anche a costo per una casa di avere in produzione diversi tipi di telai per moto diverse, appartenenti a segmenti diversi.

Ci sono varie spiegazioni per questo fenomeno. La principale è di carattere puramente tecnico - economico: realizzare un telaio motociclistico è sia più semplice tecnicamente, sia più economico che realizzarne uno automobilistico. La necessità quindi di standardizzare al massimo come avviene con il pianale delle auto, c'è sicuramente, ma non è una scelta quasi obbligata, pur potendo portare con sé innegabili vantaggi economici e progettuali. Una seconda motivazione invece è di carattere squisitamente tecnico: per stare dietro alle sempre crescenti performance dei mezzi, ci si è orientati sempre più verso una specializzazione ed una netta separazione delle tipologie. Risulta quindi più difficile poter trasferire pari pari l'ossatura strutturale di una, nell'altra, poichè le competenze e le tecnologie sono sempre più settorializzate.

Alcuni esempi.

Nel mondo motociclistico pur non essendo standardizzato come quello automobilistico, ci sono stati alcuni casi di quello che nelle automobili viene definito *“platform sharing”* anche se con modalità diverse.

Le tre moto a lato, ad esempio, sono in realtà la stessa moto, semplicemente declinata in tre stili diversi.

E' stato semplicemente utilizzato lo stesso motore, stesso telaio, stessa ciclistica per tutte e tre le versioni, che possono quindi condividere la gran parte della catena di montaggio, mentre l'unica cosa ad essere variate sono le sovrastrutture plastiche e il manubrio, (La Tracer 700 ha anche il forcellone più lungo di 50mm per migliorare la stabilità alle alte velocità data la sua indole da viaggio) al fine di indirizzarle meglio al loro settore di competenza.

Non si tratta quindi, come avviene nelle auto, di un pianale di base modificato a seconda delle esigenze del singolo mezzo per adattarlo al meglio, ma di un semplice cambiamento



Yamaha MT 07



Yamaha XSR 700



Yamaha Tracer 700

delle sovrastrutture, mantenendo la moto di base sostanzialmente invariata. Questa scelta, vantaggiosa economicamente, comporta alcuni lati negativi, il più importante dei quali è sicuramente la grande somiglianza di guida tra le moto che non le consente quindi di spaziare tra generi diversi. Le tre moto infatti hanno ambiti di utilizzo molto simili, ed esigenze simili.

Nel momento in cui Yamaha ha voluto ampliare la gamma delle sue moto 700 equipaggiate con lo stesso motore di queste tre, con una moto votata non solo alla strada, ma anche a del fuoristrada non impegnativo, si è trovata in difficoltà non potendo riutilizzare la stessa base.

Nella realizzazione della Ténéré della pagina a lato infatti è stato riutilizzato il solo motore, e si è resa necessaria la totale riprogettazione di tutto ciò che gli stava intorno, dal telaio alle sospensioni, con notevole aggravio di tempo (uscirà in vendita a fine anno, mediamente due anni in ritardo rispetto alle sue "sorelle") e denaro.



Conclusioni.

E' stato preso in esame questo caso perchè tra i più lampanti del panorama motociclistico odierno. Si potrebbe dire, vedendo le tre moto con una base comune, che esiste una pianale di base per le due ruote. Ma dopo questa analisi ci si accorge bene come questa cosa ha funzionato finchè si sono messe in produzione moto estremamente simili tra loro, non tanto nell'aspetto, che effettivamente differisce e non poco, quanto nelle finalità di utilizzo. Sono moto infatti molto sovrapponibili come utilizzo, con l'unica diversificazione data dalla Tracer che avendo una maggior protezione aerodinamica si sposa meglio con i lunghi tratti autostradali. Ma anche qui stiamo parlando di sovrastrutture, non di parti strutturali, o di importanza vitale per il mezzo, che possono quindi essere aggiunte anche agli altri due. E' bastato cambiare qualcosa di più rilevante, ed aggiungere una variabile in più, come la possibilità di affrontare non esclusivamente strade asfaltate, per richiedere la completa riprogettazione delle parti strutturali.

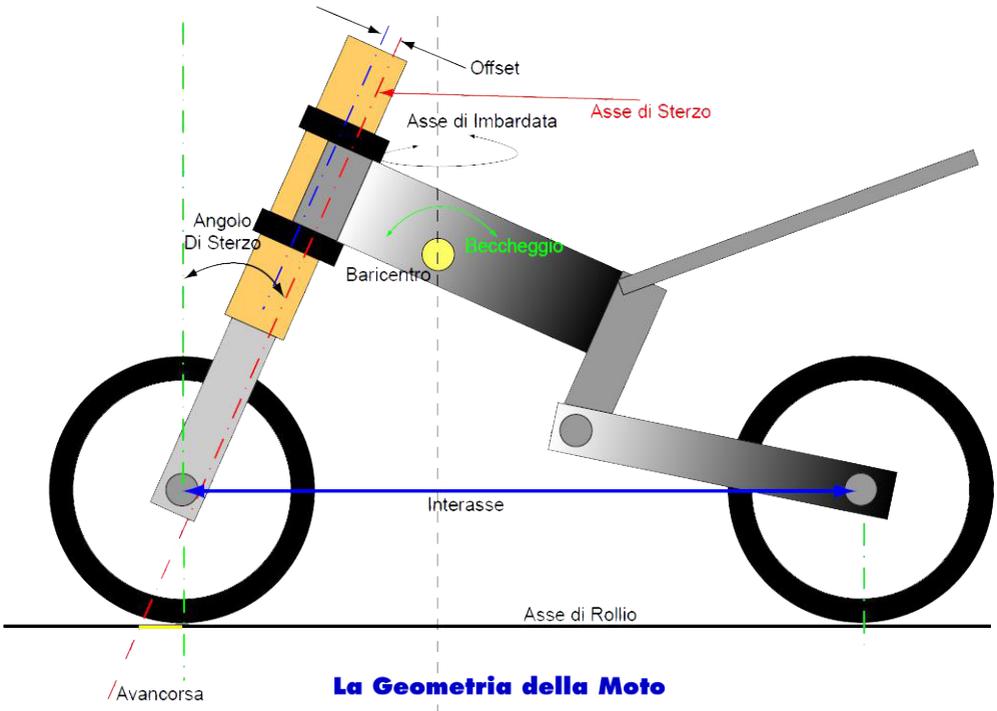
Analisi del Telaio motociclistico.

Al fine di comprendere meglio dal punto di vista tecnico perchè un pianale comune risulta di ostica applicazione nelle moto, studiamo prima teoricamente la composizione di un telaio, il suo funzionamento, e le caratteristiche fisiche rilevanti.

Qualunque mezzo a due ruote ha delle caratteristiche geometriche che ne determinano la guidabilità.

Queste cambiano al variare della tipologia del mezzo: partendo da un valore neutro, una moto turistica avrà infatti quote geometriche più votate alla stabilità ed alla neutralità di comportamento, al contrario un mezzo sportivo sarà più portato all'agilità ed alla facilità dei cambi di direzione, una moto da fuoristrada, avrà misure ancora diverse.

Come si può vedere dall'illustrazione a lato, la maggior parte delle caratteristiche tecniche offerte da un telaio si trova nella sua



La Geometria della Moto

parte anteriore, e comprendono in misura determinante il cannotto di sterzo. Dalla sua semplice inclinazione derivano infatti parametri fondamentali, quali angolo di sterzo, avancorsa e interasse.

L'inclinazione determina la reattività della moto, ovvero la facilità con cui riesce a cambiare direzione. All'aumentare dell'avancorsa invece la moto sarà più stabile in frenata ed in accelerazione e di conseguenza per sterzare dovremo "vincere" questa tendenza a procedere diritta rispetto ad una moto con avancorsa minore.

Mentre l'interasse può essere definito come la distanza che passa tra i perni della ruota anteriore e della ruota posteriore.

In linea generale una moto con un interasse lungo sarà molto stabile sul dritto e piuttosto impegnativa da far curvare, al contrario un interasse corto aumenta la maneggevolezza a discapito della stabilità.

Da tutto questo si deducono due aspetti fondamentali.

1. In fase di frenata, a causa dell'affondamento della forcella, si stravolgono completamente tutte le quote ciclistiche menzionate fin'ora.
2. Ottenere una base modulare, come avviene sulle automobili è un'impresa ostacolata dalla presenza del canotto di sterzo che impone una totale riprogettazione per ogni modello, a meno che due modelli non siano estremamente simili e con le stesse finalità di utilizzo.

Soluzioni alternative.

Come abbiamo potuto notare, se semplifichiamo la questione e tralasciamo per il momento le diverse necessità di resistenza e rigidità strutturali, notiamo come il più grande impedimento alla creazione di una piattaforma comune sia rappresentato dal canotto di sterzo. Esso infatti rappresenta un componente essenziale e dal delicatissimo funzionamento, dal quale derivano tutti i comportamenti del motociclo e le sensazioni di guida che trasmette al conducente.

Dalla sua inclinazione derivano tutte le geometrie caratteristiche del mezzo, e da esse la sua guidabilità. Appare quindi chiaro quanto grande sia la sua importanza, e la sua unicità: infatti essendo così specifico, ogni moto dovrà avere i suoi valori personali, che chiaramente non funzionano bene se applicati a moto di diverse misure o tipologia. Cercando di aggirare questo problema, cerchiamo di analizzare le soluzioni che si sono trovate nella storia per sostituire questo componente.

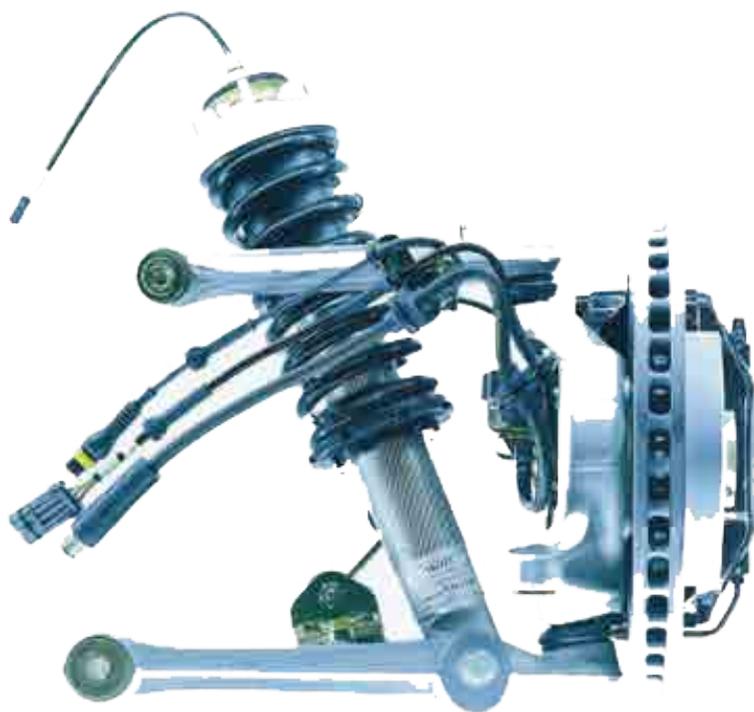


Nella pagina precedente notiamo una sospensione di tipo Duolever, che altro non è se non l'applicazione BMW di una sospensione di tipo Hossack.

Una sospensione Hossack è un sistema simile ad un quadrilatero automobilistico, come si può facilmente vedere dalla foto a lato. E' composta da due triangoli, uno superiore ed uno inferiore infulcrati su un lato al telaio e su un vertice al forcellone. Questo vertice è dotato di un giunto per permettere la rotazione destra - sinistra mentre i giunti posti sul lato agganciato al telaio permettono un movimento alto - basso. Il manubrio è imperniato in un punto sopraelevato del telaio dove gira libero non collegato direttamente alla ruota, ma vincola la rotazione tramite due esili braccetti telescopici che si aprono o chiudono a seconda del movimento della sospensione.

Questo tipo di sospensione presenta dei vantaggi rispetto alla classica forcella.

In primo luogo, il vantaggio principale



Sospensione a quadrilatero automobilistica, da cui la sospensione di tipo Hossack trae chiara ispirazione

è costituito dal non cambiamento delle geometrie del mezzo durante le varie fasi della guida. Come abbiamo visto in precedenza infatti, lo schema sospensivo classico risente molto dei carichi di accelerazione o frenata variando le geometrie del mezzo e facendolo comportare in maniera diversa a seconda di cosa sta facendo la moto; di conseguenza il pilota ne risente a scapito del feeling in alcune situazioni, in genere proprio le più delicate. Con una sospensione di tipo Hossack invece le quote geometriche del mezzo si mantengono costanti a prescindere dai movimenti della sospensione anteriore, garantendo una maggiore stabilità e guidabilità, viene inoltre migliorato l'ingresso in curva a vantaggio delle prestazioni. Inoltre l'assetto tende a scomporsi meno grazie al minor affondamento in frenata tipico di questo tipo di sospensione e che consente quindi di utilizzare tarature più morbide delle sospensioni aumentando il comfort di marcia. Rimane inoltre possibile utilizzare quote



Britten V1000

Questa moto quasi futuristica venne creata negli anni '90 dal geniale John Britten nel garage di casa propria e vanta soluzioni anni e anni avanti per l'epoca come il motore portante e, appunto, la sospensione anteriore di tipo Hossack. Vinse innumerevoli competizioni contro costruttori ufficiali fino alla tragica scomparsa per malattia del suo creatore che ne decretò il termine dello sviluppo.

geometriche piuttosto vitate all'agilità senza al contempo dover fare troppi compromessi con la stabilità.

Un altro indubbio vantaggio è rappresentato dal fatto di poter personalizzare a piacimento le geometrie della moto. Infatti, basterà cambiare l'inclinazione o la lunghezza dei triangoli della sospensione per poter cambiare moltissime misure chiave del veicolo, ed adattarlo al meglio per ogni esigenza. Questo è un aspetto di particolare interesse per una eventuale soluzione da adottare in un pianale configurabile per più utilizzi e tipologie differenti di moto.

Ma anche qui, come sempre accade, non ci sono solo lati positivi. Innanzitutto si tratta di un sistema di una complessità meccanica sicuramente maggiore della tradizionale forcella che ruota sul canotto. Secondariamente, l'ammortizzatore deve trovarsi tra i due triangoli, e facendo ciò viene sottratto dello spazio nella parte anteriore della moto. Per ultimo, è un sistema

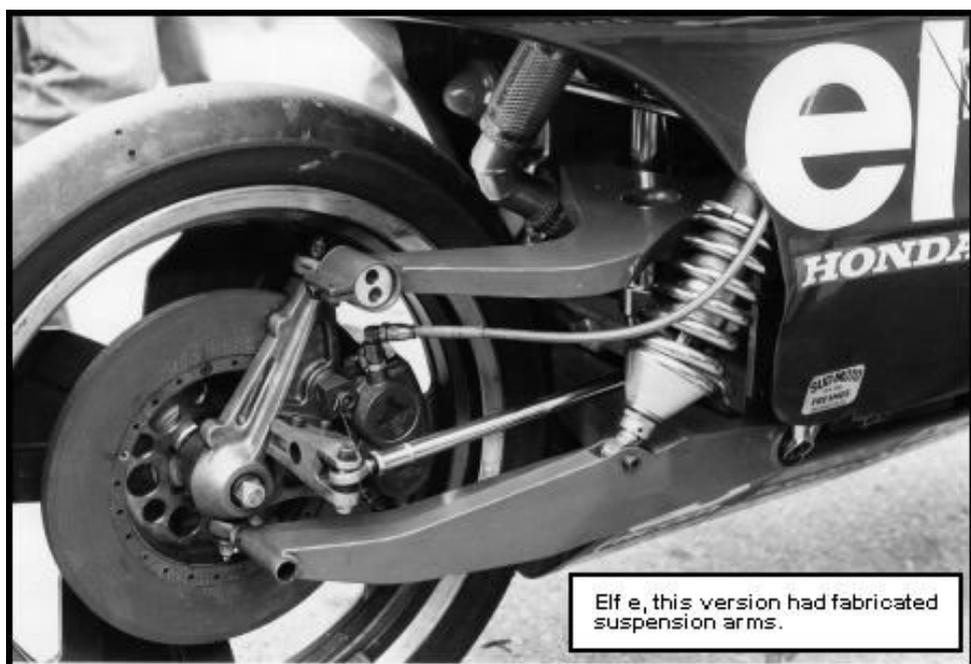


Sospensione Telelever di una BMW GS 1200

sicuramente diverso da come si è sempre stati abituati a guidare, che si guida quindi in modo diversi e trasmette sensazioni diverse: in particolare, mancando un collegamento meccanico diretto tra la ruota anteriore ed il manubrio, alcuni piloti lamentano scarso feeling, essenziale per una guida confortevole e sicura.

Nella pagina precedente troviamo un'illustrazione di una sospensione di tipo Telelever, molto utilizzate da BMW. Il vantaggio principale di questa sospensione, così come di quella precedente, consiste nella separazione della parte ammortizzante da quella sterzante. Quindi, la forcella anteriore viene utilizzata solo per sterzare mentre la sospensione è realizzata con il mono anteriore. Questo ha due effetti:

- minore sensibilità del manubrio alle disconnessioni della strada
- minimo affondamento in frenata



Sospensione anteriore tipo Elf

Il primo effetto è particolarmente efficace per aumentare il comfort di marcia. Anche qui vale lo stesso discorso trattato in precedenza sul non diretto contatto tra il manubrio e la ruota anteriore, e quindi il diverso feeling con l'anteriore rispetto ad una soluzione più convenzionale, ma sono casi marginali in situazioni limite.

Il secondo effetto migliora in modo decisivo il comportamento della moto in ingresso di curva e durante la sua percorrenza. Dato che non si ha affondamento, è possibile frenare violentemente all'ingresso in curva senza timore che la moto si scomponga. Allo stesso modo, durante la percorrenza della curva, è possibile utilizzare i freni con molta più disinvoltura, sempre perché la moto riesce a mantenere un assetto molto stabile.

Nella pagina precedente possiamo vedere l'avantreno di una moto Elf da Gran Premio. Queste moto, finanziate dalla nota casa



Avantreno di una Bimota Tesi 3D

petrolifera nella metà degli anni '80, adottavano soluzioni estremamente all'avanguardia per il loro tempo ed affascinanti.

In particolare, le sospensioni sono brevettate dall'ingegner André de Cortanze e richiamano lo schema adottato sulle automobili da corsa: un forcellone anteriore monobraccio in acciaio e uno tradizionale posteriore della stessa lunghezza lavorano su due monoammortizzatori inclinati e disassati (l'anteriore sul lato sinistro, il posteriore sul lato destro) infulcrati nelle piastre del motore che, in questo modo, risulta essere elemento stressato della ciclistica. Anche questo è un modo diverso per ottenere lo stesso risultato di cui si parlava prima, ovvero il separare la funzione sterzante da quella sospensiva al fine di migliorare comfort e prestazioni.

Per permettere la sterzata si utilizzava un sistema a rullo e cremagliera, una soluzione simile a quelle automobilistiche, che rinviava il movimento sulla ruota anteriore grazie

a dei leveraggi, una soluzione piuttosto macchinosa ma che permetteva una buona precisione. Il singolo freno a disco, montato sull'estremità del braccio oscillante, poteva quindi essere montato esattamente lungo la mezzeria della moto grazie alla forma svasata della ruota lenticolare, e non sul lato, come invece accade abitualmente, permettendo così un maggior equilibrio delle masse in frenata.

Nell'immagine a pagina 115 abbiamo invece una moderna applicazione di un sistema quasi analogo, su una Bimota Tesi 3D.

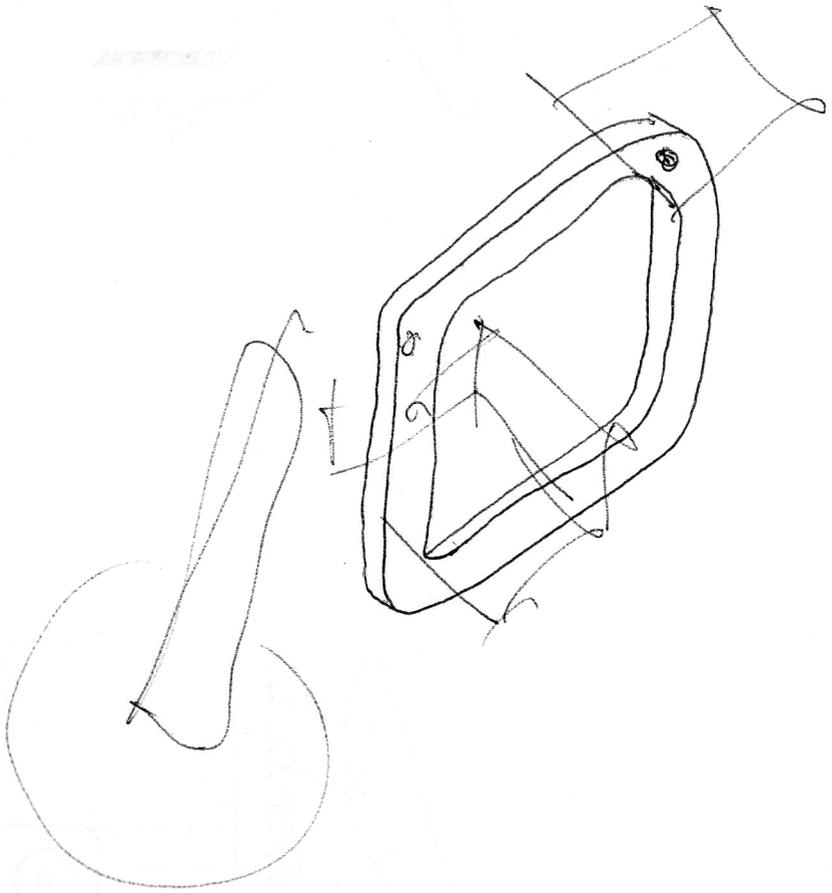
Questa volta il forcellone anteriore è di tipo bibraccio e non più monobraccio, e progettato sfruttando un sistema tubolare, e non più scatolato in magnesio come sulla Elf.

Schizzi preliminari.

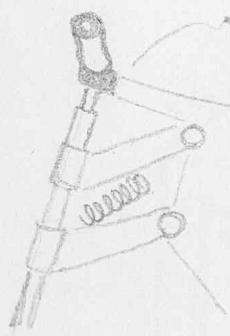
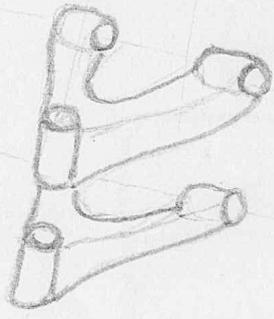
Partendo da questi presupposti, e dalle conoscenze delle tecnologie delle soluzioni viste finora, si è iniziato il lavoro con degli schizzi preliminari che si concentrassero inizialmente sulla parte anteriore del telaio per cercare di definire al meglio i problemi e trovare delle possibili soluzioni da poter adottare.

Si è quindi isolato per il momento il resto del telaio, facendogli adottare una forma estremamente standard e convenzionale al fine di non avere troppe variabili in questa fase iniziale e poter avere un quadro generale il più chiaro possibile.

Si è adottata per il momento una sospensione anteriore di tipo Hossack che dalle ricerche effettuate sembra essere quella più vantaggiosa per questo tipo di utilizzo essendo di semplice costruzione, poco ingombrante e soprattutto altamente personalizzabile, quindi adattabile a più tipi di moto diverse tra loro.

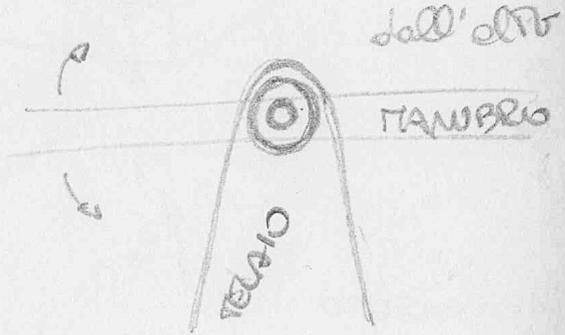


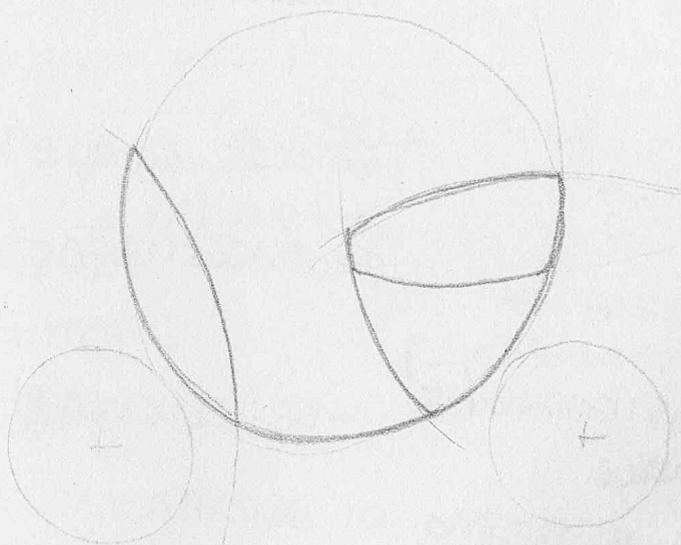
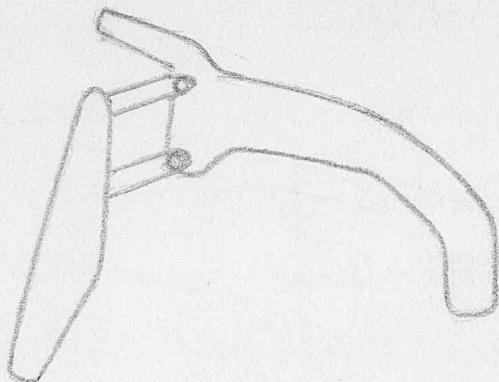
PROBLEMA 1 : MANUBRIO NON AMORTIZZATO



GIUNTO SEMPLICE
CHE PERMETTE
LA ROTAZIONE

→ CUSCINETTO A
SFERA ?



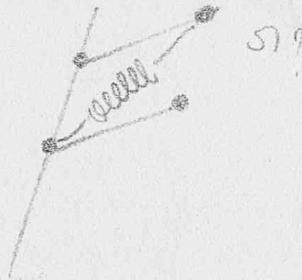
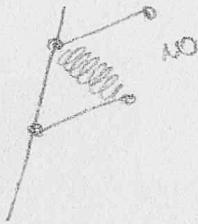
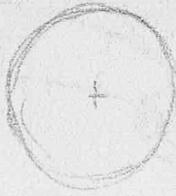
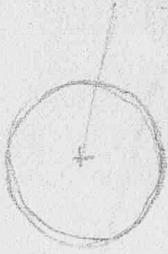


- ELETTRICO
- PIEGHEVOLE

Si è andati avanti nello studio della parte anteriore del mezzo dapprima da un punto di vista tecnico: era essenziale infatti per una corretta progettazione dell'insieme partire da basi tecniche solide al fine di evitare di ritrovarsi con problemi strutturali in fase avanzata di progetto. Proseguendo con lo studio della già esistente sospensione anteriore Hossack se ne sono verificati i vantaggi, alternative di montaggio, forze in gioco, movimenti e possibilità di adattamento e personalizzazione.

Sono quindi emersi in questa fase anche difetti e limiti di questa soluzione.

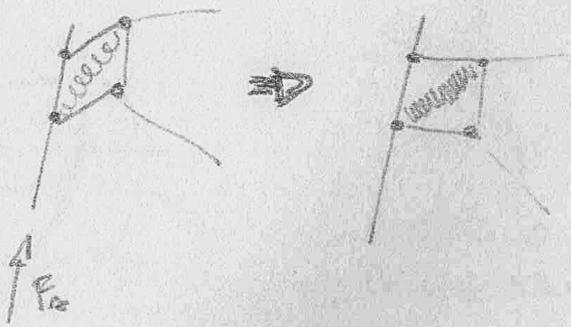
Infatti per un progetto che ha come obiettivo un mezzo agile e snello tra i parametri fondamentali, una sospensione anteriore del genere sarebbe risultata di un certo ingombro. Inoltre il fatto che l'ammortizzatore dovesse obbligatoriamente essere montato tra i due triangoli e collegato in maniera diretta, ne avrebbe limitato di molto le possibilità di personalizzazione dell'assetto, essenziale per poter funzionare correttamente in tipologie diverse di moto.



RESNATA \rightarrow F_0



AMMORTIZZAZIONE



ANTI APPROFONDIMENTO
IN RESNATA

CAMBIANDO LE DIM.
DEI BIELLE SE SI
TORNANO PASSO
E AVANTI CORSA

Per risolvere questi problemi si è pensato allora di svincolare l'ammortizzatore dalla sua posizione classica ed allontanarlo, posizionandolo in una posizione il più comoda possibile sulla moto e che lavorasse in compressione tramite dei leveraggi. Cominciando a ragionare in maniera più generale sull'intero veicolo (ma ancora non sulla forma del telaio che come si vede nell'immagine in basso ha ancora una forma classica) è stato adottato un sistema simile anche per la sospensione posteriore.

In questo modo si passa dalla situazione della figura 1 a quella della figura 2, con gli elementi ammortizzanti raggruppati in un singolo posto, liberando quindi molto spazio e garantendo una grande possibilità di personalizzazione dell'assetto.

Come schema sospensivo si è scelto uno di tipo pull-rod, che verrà approfondito nella pagina seguente.

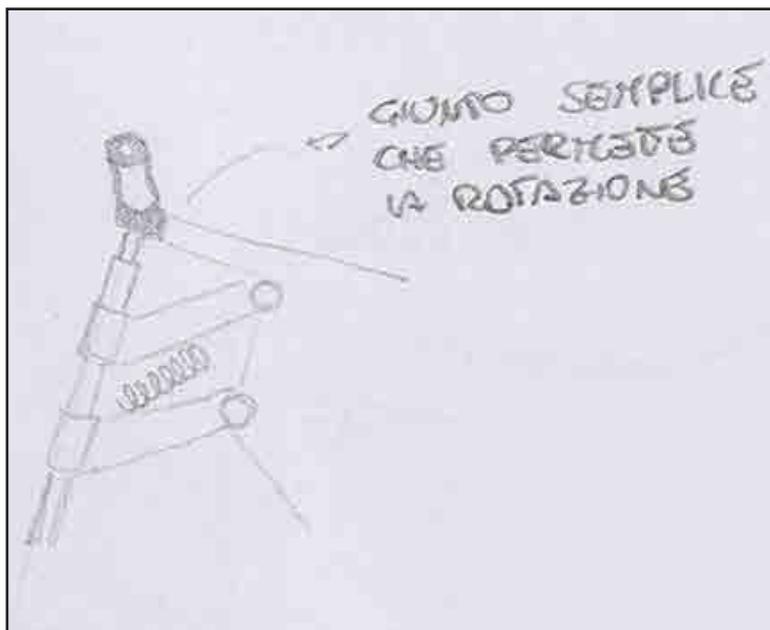


Figura 1

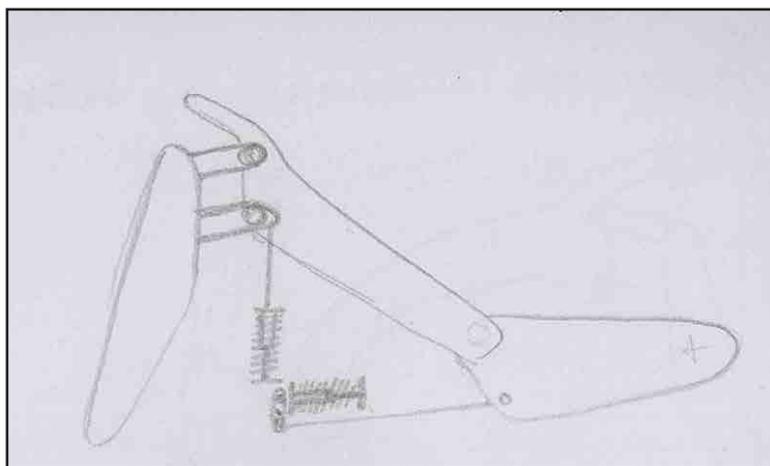
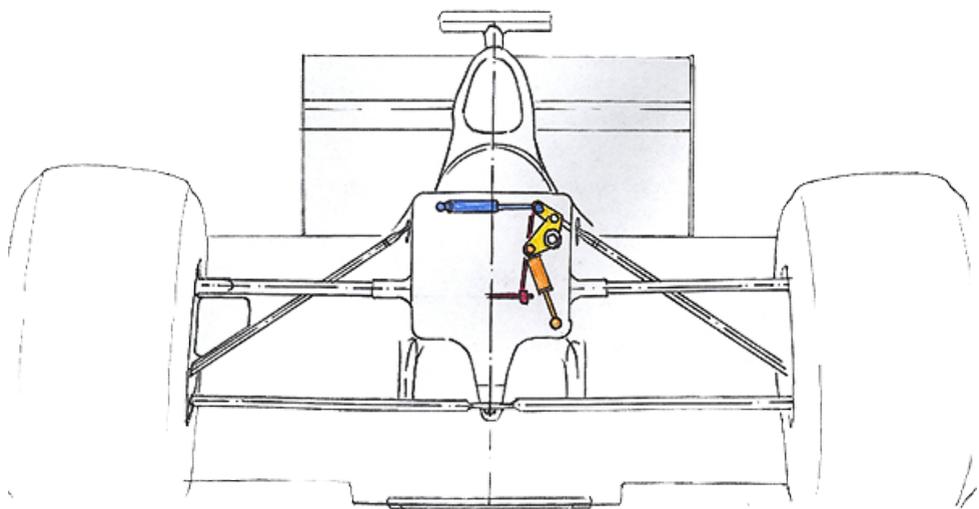


Figura 2

Sospensione pull-rod.

Il pull-rod è un tipo di sospensione automobilistica che prende il nome dall'inglese pull = tirare e rod = asta. In questo tipo di sospensione l'ammortizzatore lavora in compressione sotto la spinta di un puntone diagonale che lavora in trazione.

Nelle auto, il pull rod è costituito da due triangoli sovrapposti che sorreggono alla loro estremità esterna il portamozzo. Dal piede inferiore del portamozzo parte un asse (puntone diagonale) collegato ad un bilanciere nel quale è incernierato il gruppo ammortizzatore-molla. Una peculiarità di questo sistema è che l'ammortizzatore non interagisce direttamente con il mozzo della ruota o con un braccio oscillante ma mediante un bilanciere collegato al puntone diagonale. Questa tecnica porta notevoli vantaggi poiché offre elevate rigidità e leggerezza oltre a permettere la variazione dell'altezza da terra. Inoltre, sono facili da montare ed offrono un ingombro molto ridotto.



Queste sono caratteristiche molto importanti per questo tipo di progetto. Innanzitutto il vantaggio principale è dato dalle moltissime possibilità di regolazione, indipendenti tra loro. L'assetto della moto si potrà così ad esempio indurire senza modificare l'altezza, o modificare l'altezza senza variare la rigidità dell'assetto, o ancora andare a variare l'interasse della moto senza influenzare gli altri parametri. Il movimento della sospensione potrà essere più progressivo o più diretto, a piacimento. Queste sono caratteristiche essenziali per una moto che vuole adattarsi con facilità alle differenti misure antropometriche dell'uomo, e che voglia adattarsi anche a differenti stili di guida ed ambiti di utilizzo del mezzo, dalla città alla strada, dalla metropoli alle stradine sterrate di campagna.



Sospensione di tipo Hossack.
Si nota come, a differenza della pull-rod a pagina precedente, non lavora tramite leveraggi

Ipotesi di telaio.

Sulla base di quanto visto, si è cominciato a pensare al telaio. L'idea forte di base era di avere un pianale comune, identico per tutte le moto che ne sarebbero derivate, che si differenziasse per le sovrastrutture che sarebbero andate ad assecondare i cambiamenti di forme e dimensioni del mezzo e lo avrebbero specializzato in ambiti ben definiti.

Questa struttura di base doveva essere quindi molto versatile poichè sarebbe dovuta sottostare senza alcuna modifica a molti cambiamenti e ad assumere forme diverse a seconda dell'esigenza.

Poichè il bisogno di versatilità e di diverse configurazioni dei componenti meccanici interni era davvero elevato, si è scelto di utilizzare una motorizzazione di tipo elettrico al posto del classico motore endotermico.

Il motore elettrico infatti è molto meno esigente nel posizionamento e permette di adottare configurazioni che lascino molto più spazio ad una progettazione che ha nel telaio

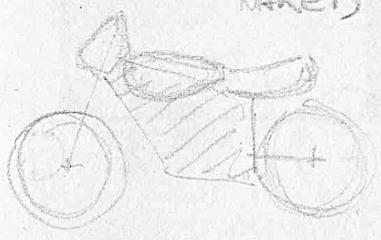
MOTO CICLO MODULARE

- BASE COMUNE
- ELEMENTI AGGIUNTIVI
- PIU' MODELLI CON UNA SOLA BASE

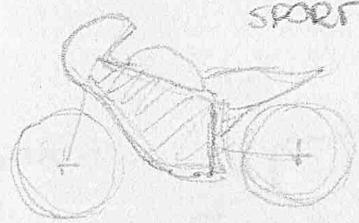
NAKED



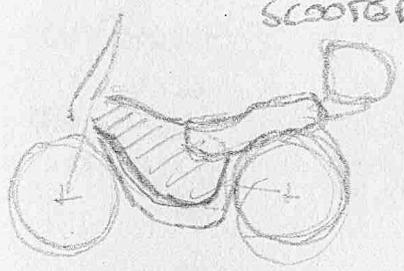
→ PARTE COMUNE



SPORT



SCOOTER



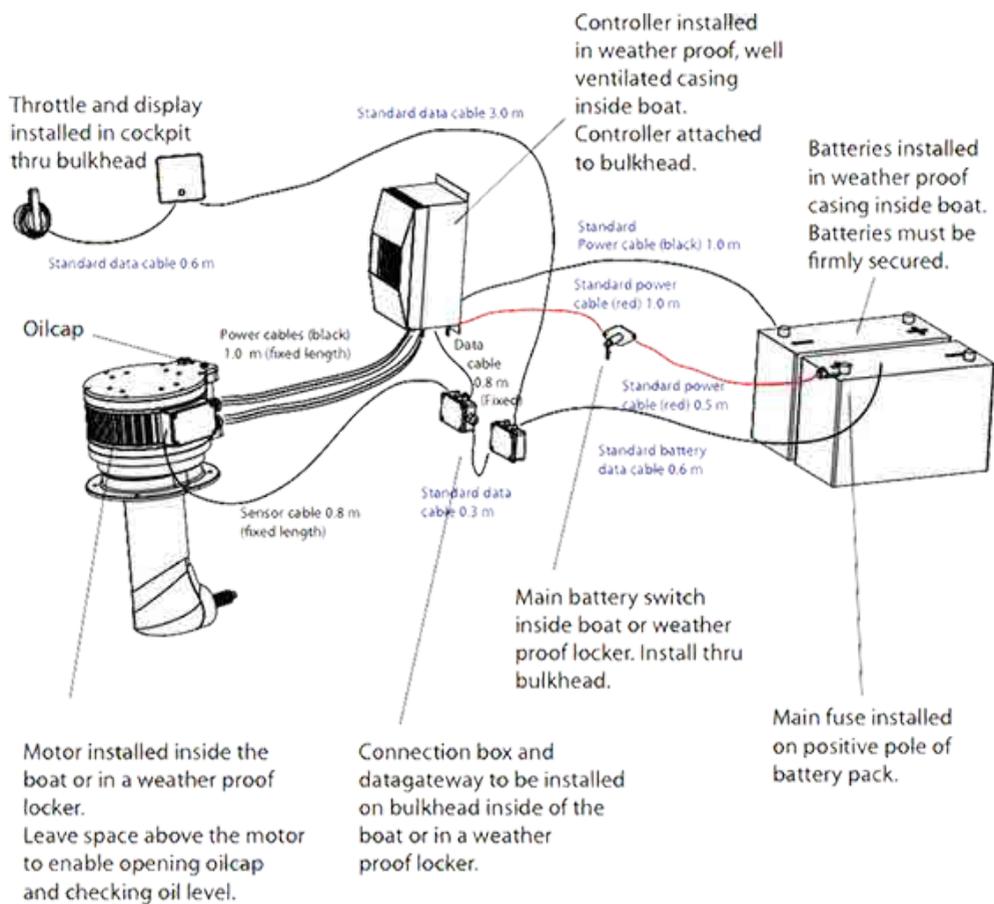
LE SOLA STRUTTURE MODERNO
COMPLETARE L'ASPETTO E
L'ASPECTO DI UNO OBLITTO

il cuore del progetto, relegando il motore quindi al livello di un mero componente, che si limita a generare movimento.

A differenza di quanto avviene abitualmente in questi ultimi anni infatti, si è scelto di non seguire la strada più battuta che impone di usare motori elettrici su progetti innovativi, solo perchè sono elettrici, e questo perchè l'elettrico ha oggi un'aura di futuro, a volte del tutto ingiustificata.

Molti progetti in questo ambito hanno come unica ragion d'essere quella di essere mossi da un motore che porta con sè slogan precompilati, alcune volte veritieri, altre molto meno, che fanno apparire questa tecnologia come unica salvatrice indiscussa del mondo contro l'inquinamento e quindi scelta obbligata per qualunque casa o progettista che voglia apparire "al passo con i tempi".

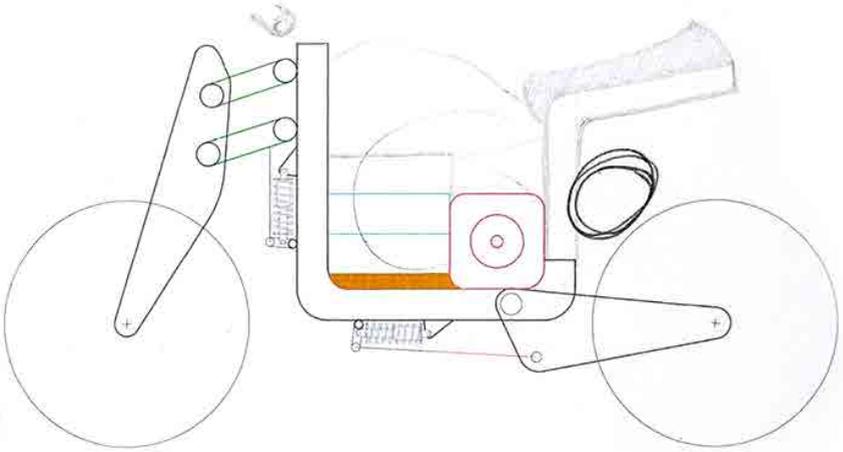
Anche questa volta, come spesso accade, la verità sta nel mezzo, ed il motore elettrico, a costo di diversi svantaggi, offre molti lati positivi ed è stato quindi scelto per questo

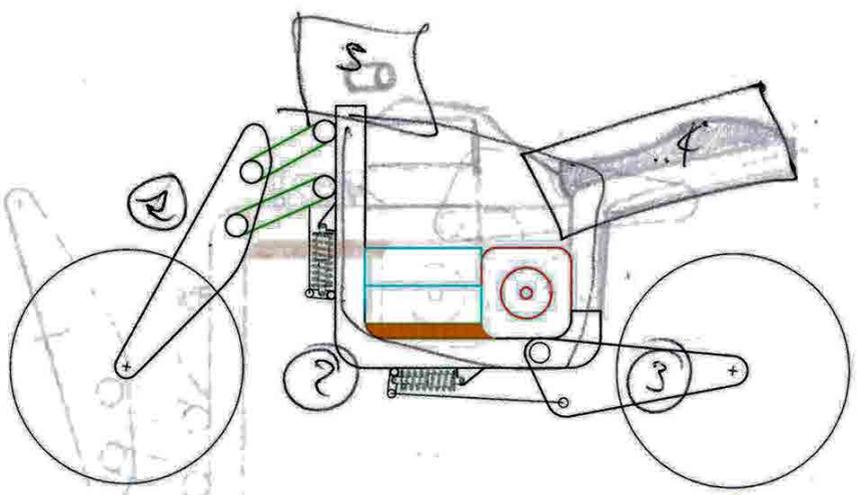
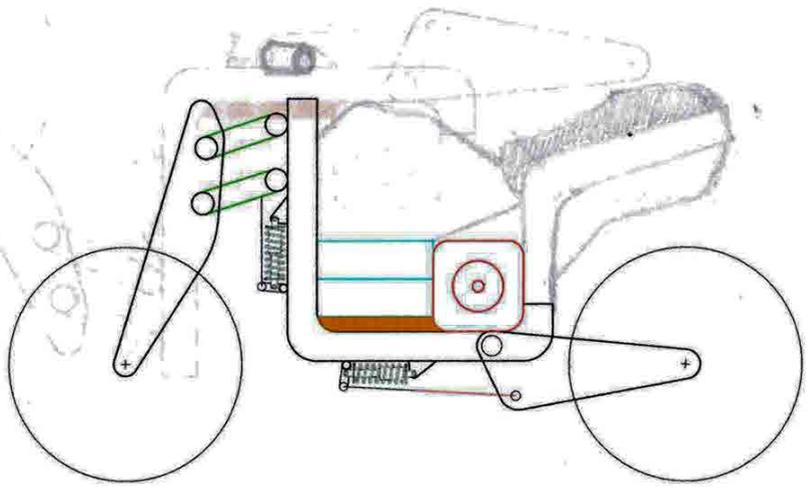


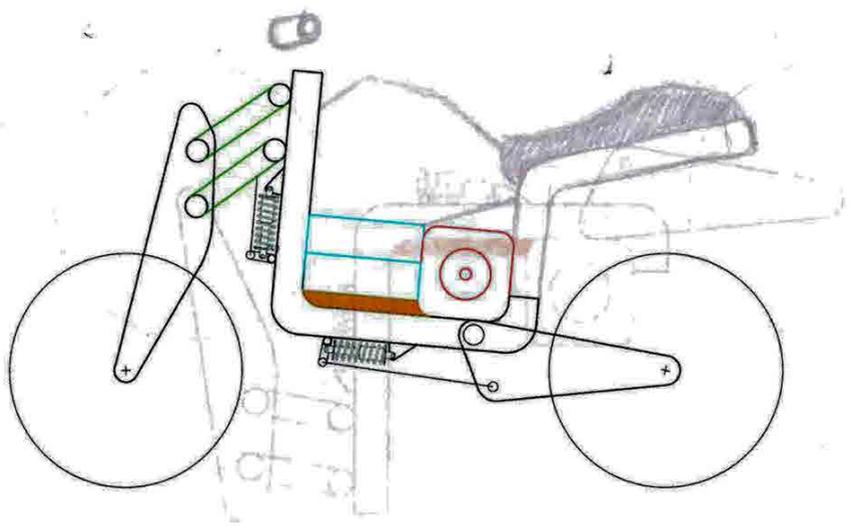
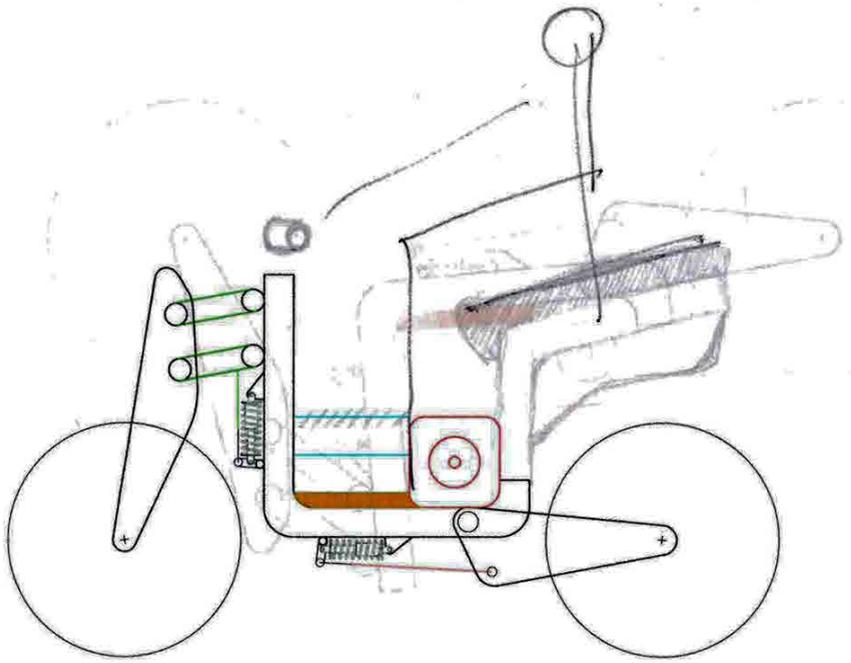
Schema delle varie parti che compongono un motore elettrico in un veicolo

progetto per riuscire a valorizzarli al meglio al fine di avere una grande simbiosi telaio-motore che non sarebbe sicuramente riuscita, perlomeno non in questi termini, con un motore endotermico tradizionale.

La prima idea per la progettazione di un telaio ha seguito un ragionamento estremamente razionale, prendendo spunto da celebri esempi del passato, il telaio è realizzato in uno scatolato di acciaio a sezione quadrata estremamente lineare e dalla forma rigorosa e il più semplice possibile. La semplicità della forma permette un alloggiamento molto facile delle varie componenti quali motore, batterie e sospensioni. Le batterie si incastrano in maniera modulare permettendo di montarle di più o di meno a seconda delle necessità del mezzo, se si troverà quindi ad operare su spostamenti brevi o su percorsi a lungo raggio. La forma ad U del telaio inoltre permette, quando abbinato ad una sola batteria, di avere un ampio spazio nella zona







dei piedi e delle gambe, e divenire quindi a tutti gli effetti uno scooter. Nelle versioni più sportive o turistiche che avrebbero quindi necessitato di maggiore autonomia, questo spazio viene occupato dalle batterie impilate l'una sull'altra.

E' stato quindi realizzato al computer un modello tridimensionale di questo progetto. Come si può vedere dall'immagine a lato, la trave centrale è molto semplice e ai lati di questa sono agganciati il forcellone, i braccetti anteriori e gli ammortizzatori. Il motore trova alloggiamento tra le caviglie del conducente, ed è sostenuto dalla trave inferiore, così come le batterie, due nell'immagine a lato. La trave verticale posteriore sembra in corpo unico col resto del telaio ma è in realtà di sezione leggermente inferiore così da poter scorrere all'interno della trave principale e permettere quindi la variazione dell'altezza della seduta. Lo sterzo è agganciato all'estremità della parte anteriore del telaio e trasmette il movimento alla ruota anteriore



tramite due braccetti telescopici andando quindi a riprendere il sistema analizzato in precedenza utilizzato spesso con sospensioni anteriori di questo tipo.

Nello schema a lato si può vedere uno schizzo dell'insieme con le varie componenti numerate, e le possibili posizioni delle altre parti non ancora progettate.

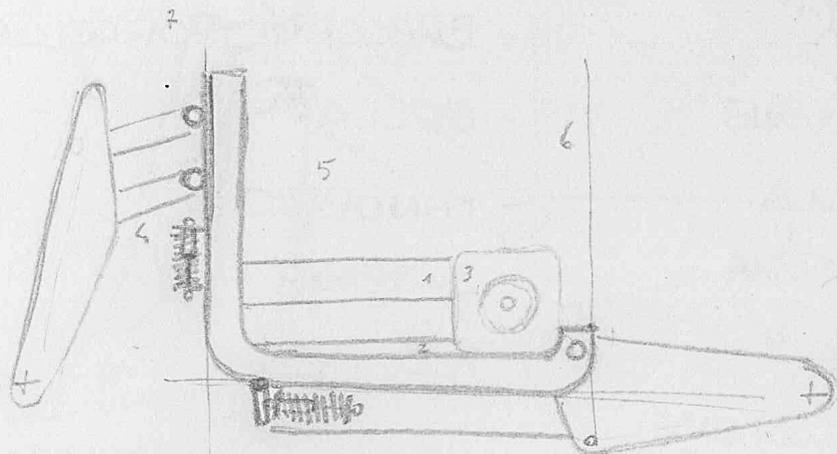
Si nota la forma molto semplice ed essenziale del telaio che in questo caso è un monotrave basso che sorregge sia la meccanica che le parti elettriche.

Il motore è alloggiato nella parte posteriore del telaio ed è collegato alla ruota posteriore da una trasmissione a catena.

Le batterie (parte 1 nella figura a lato) si trovano davanti al motore e si impilano l'una sull'altra andando ad aumentare l'autonomia del mezzo a scapito di un aumento di peso.

Sopra di esse è previsto il posizionamento di un portaoggetti.

PROVA 1 - Telaio in estruso di alluminio



1 - PACCHI BATTERIE (MODULARI)

2 - BASE DI APOGGIO BATTERIE

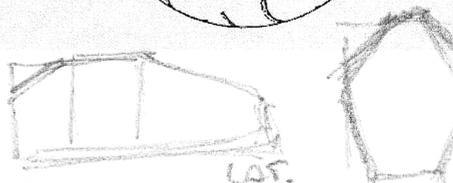
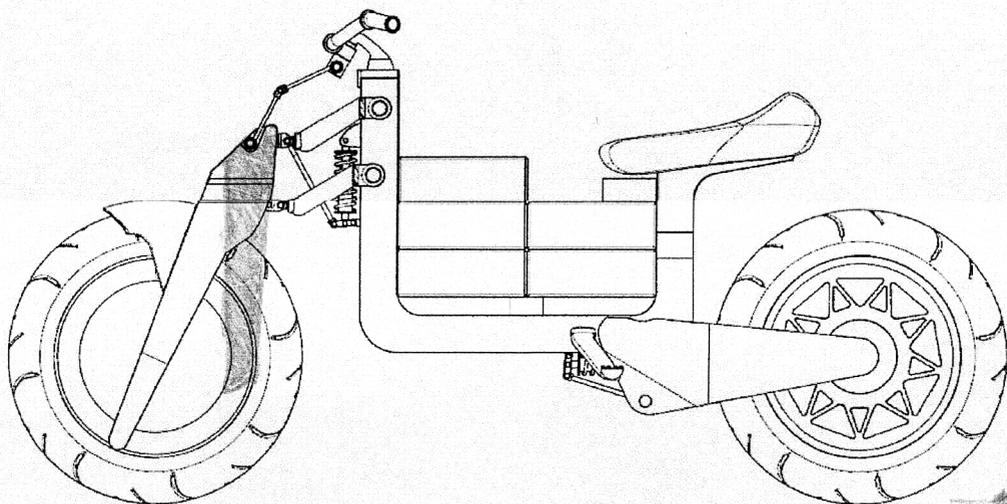
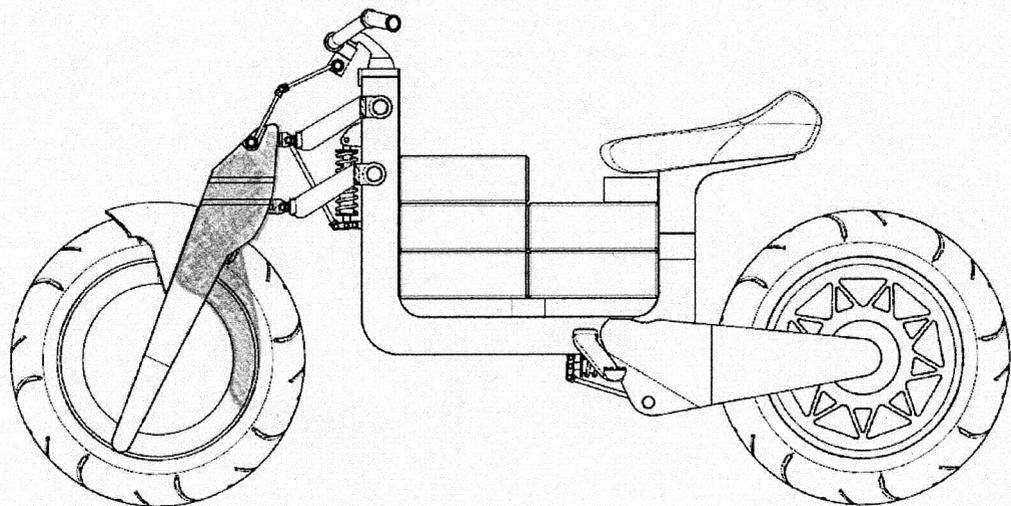
3 - MOTORE ELETTRICO

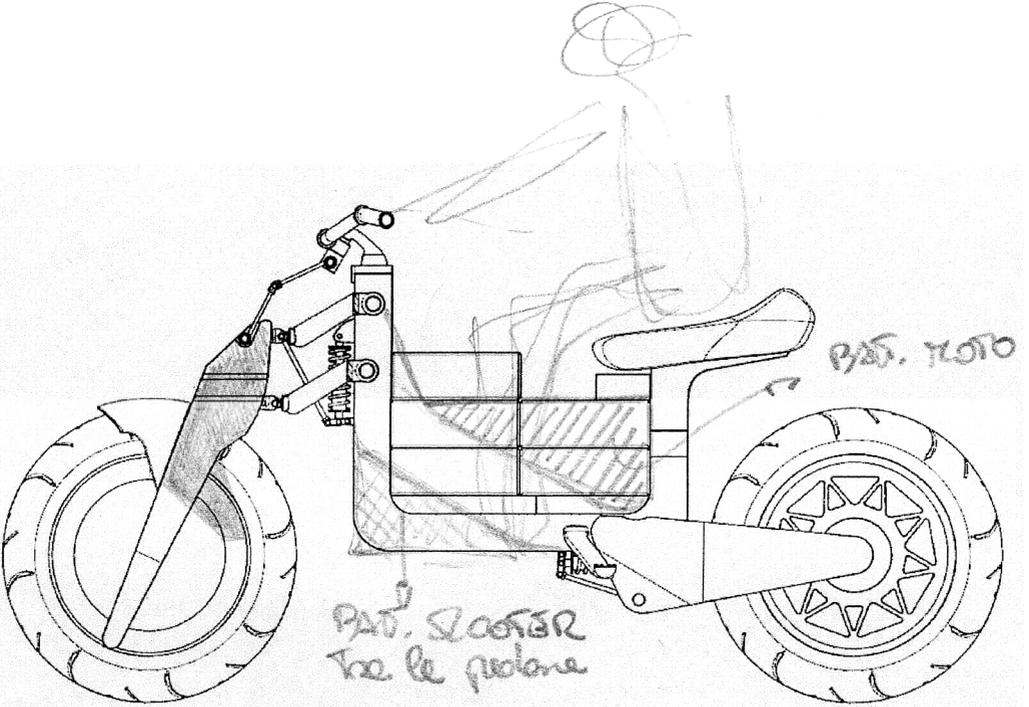
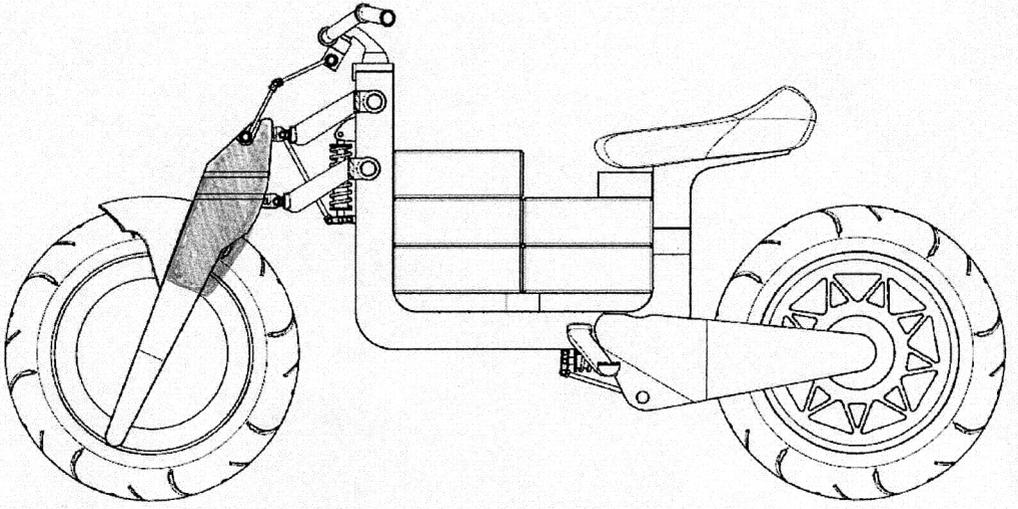
4 - SOSPENSIONE ANTERIORE (PUSH ROD?)

5 - PORTAOGGETTI?

6 - SELLA

7 - MANUBRIO





PART. TLOTO

PART. SCOTER
tra le pedane

SUP.



SEB. PBLMO

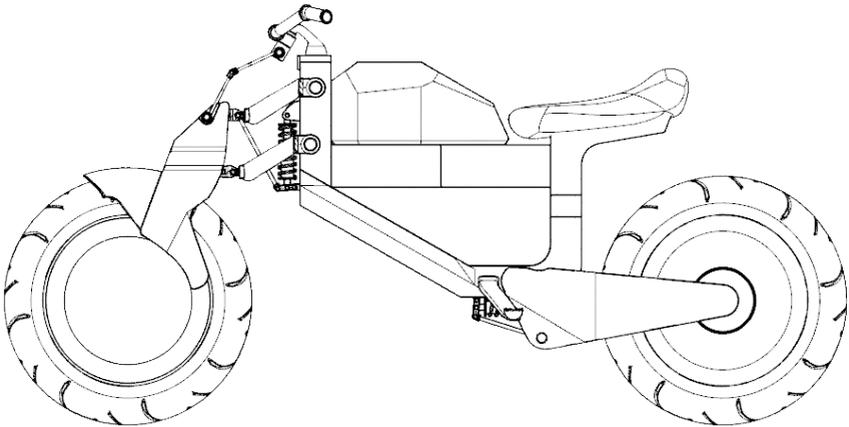
- questo ripro
- allargamento bot
ad'interno

Andando avanti con lo studio e la progettazione ci si è però accorti di alcuni difetti di questo primo concept.

Innanzitutto la forma a U era molto pratica ma limitava moltissimo la rigidità sia torsionale, data la sua natura quasi bidimensionale, sia di compressione data appunto dalla forma e dal grande spazio vuoto per le gambe. Inoltre l'insieme era estremamente poco aggraziato e con un aspetto più da porta container di batterie piuttosto che da attraente motoveicolo.

Si è cercato di limitare questi fenomeni modificando la forma generale e la sezione. Si è passati infatti ad una sezione centrale triangolare per permettere un migliore scaricamento delle forze, ed è stato aumentato il dimensionamento.

Inoltre la sezione centrale orizzontale della U vista dal profilo, è stata sostituita da una trave obliqua che segue più che in precedenza l'andamento delle forze in quel punto e contribuisce quindi ad una maggiore

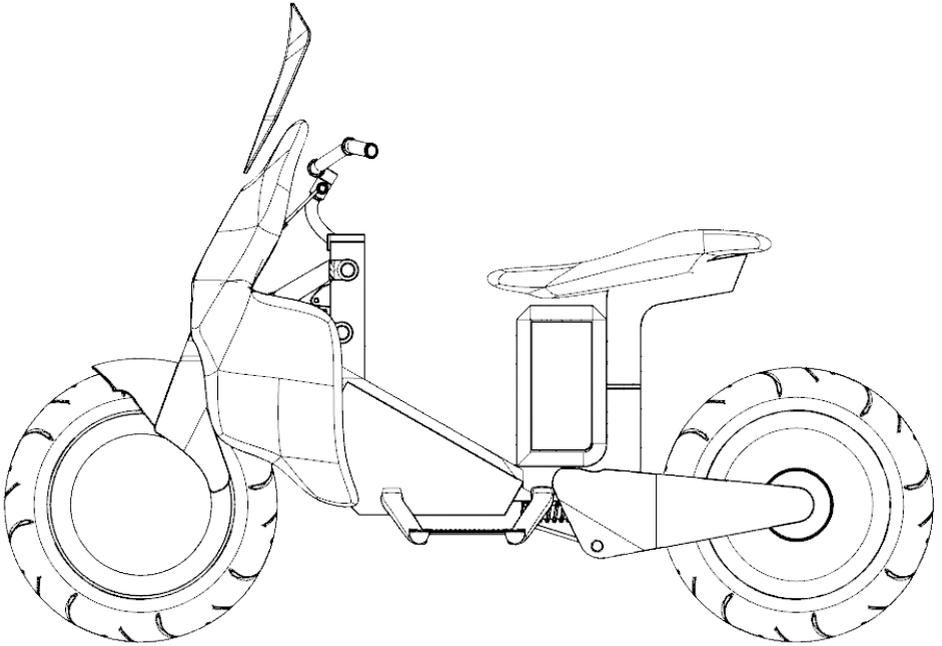


Concept versione 2

rigidezza complessiva.

Uno dei più grandi cambiamenti rispetto alla precedente versione è costituito dal riposizionamento del motore. Infatti ora non è più ospitato nella culla del telaio, ma è imperniato all'estremità del ridisegnato forcellone monobraccio e collegato a presa diretta con la ruota posteriore.

Questa soluzione, permessa dalla capacità del motore elettrico di lavorare a presa diretta e senza necessità di cambio o frizione, non solo libera molto spazio nella zona del telaio, ma semplifica molto anche la meccanica del veicolo, che ora non ha più bisogno di una trasmissione finale a catena. Nella configurazione moto, lo spazio così guadagnato viene occupato dalle batterie che aumentano quindi l'autonomia del veicolo, nella versione scooter invece trova spazio un pratico portaoggetti. Entrambe le configurazioni si avvalgono di una batteria triangolare che viene montata sopra la trave principale nelle moto, e sotto nello

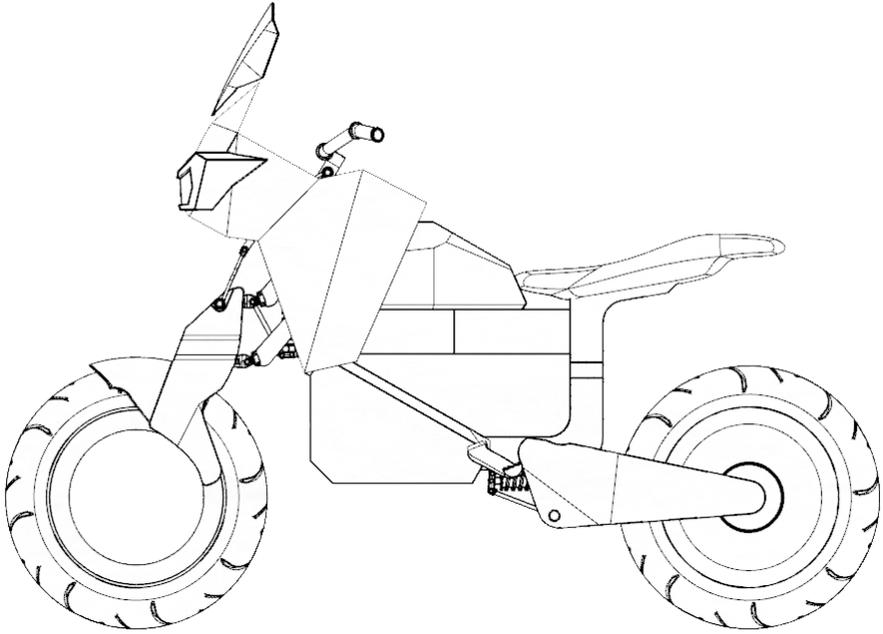


Concept versione 2 in configurazione scooter

scooter, in modo da liberare al meglio lo spazio per le gambe del conducente. Le due batterie possono inoltre essere montate contemporaneamente per un'autonomia ancora maggiore, come mostrato nell'immagine a lato.

Inoltre sono state progettate nuove ruote meno convenzionali e più vicine alla filosofia di un concept, di cui quella posteriore lenticolare, questo le permette di poter alloggiare al suo interno l'elettronica di controllo del motore ed evitare cavi superflui in giro per il mezzo.

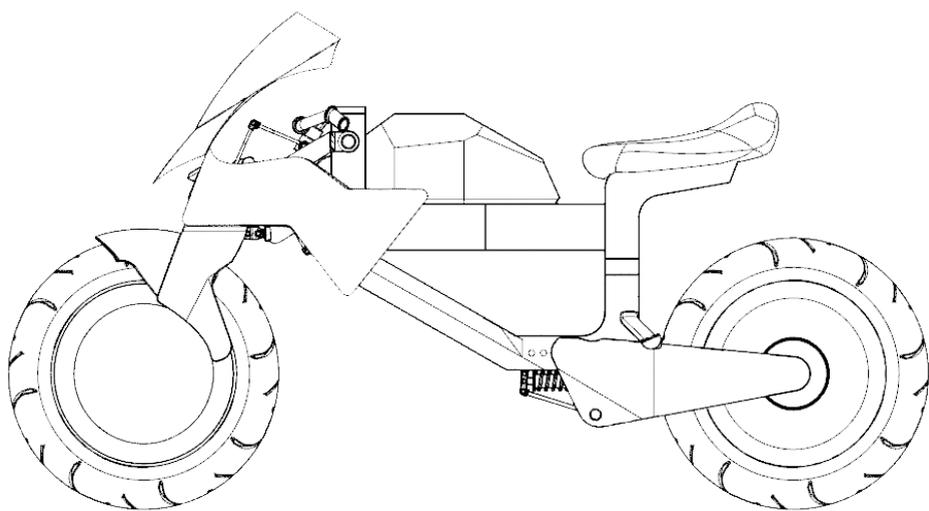
La ruota anteriore cava è composta da un cerchio solidale allo pneumatico, che scorre su un altro cerchio, più interno e solidale alla corta forcella. Sono previsti ora due tipi di sella, una monoposto ed una più lunga, biposto, facilmente intercambiabili che possono essere sia regolate in altezza grazie al telaietto che le supporta, sia scorrere avanti o indietro sullo stesso telaietto per la maggior possibilità di personalizzazione della



Concept versione 2 in configurazione turistica

posizione di guida e adattabilità possibile. Nella pagina precedente viene mostrata la configurazione turistica della moto, ed è un esempio delle illimitate possibilità di personalizzazione di questo mezzo. Si può infatti vedere come entrambe le sospensioni siano state alzate da terra per garantire maggior comfort su strade accidentate, ma al contempo potrebbero al contrario venire abbassate per migliorare l'accessibilità del prodotto a persone di statura bassa che altrimenti non riuscirebbero ad utilizzare una moto di questa tipologia.

Utilizzando questo tipo di personalizzazione insieme alla regolazione dell'altezza della sella e del manubrio, si capisce bene come sia ampio il ventaglio delle possibilità offerte all'utilizzatore finale.

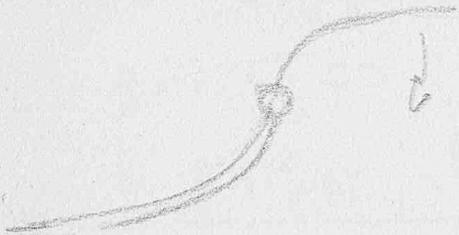
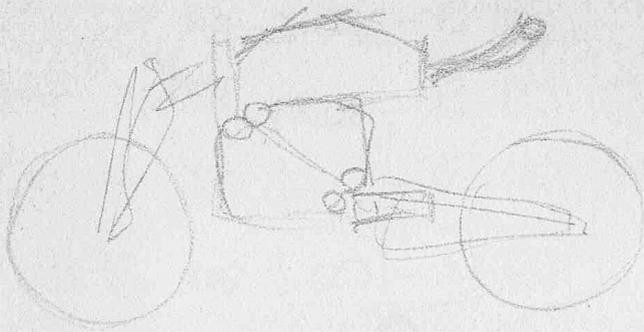


Concept versione 2 in configurazione sportiva

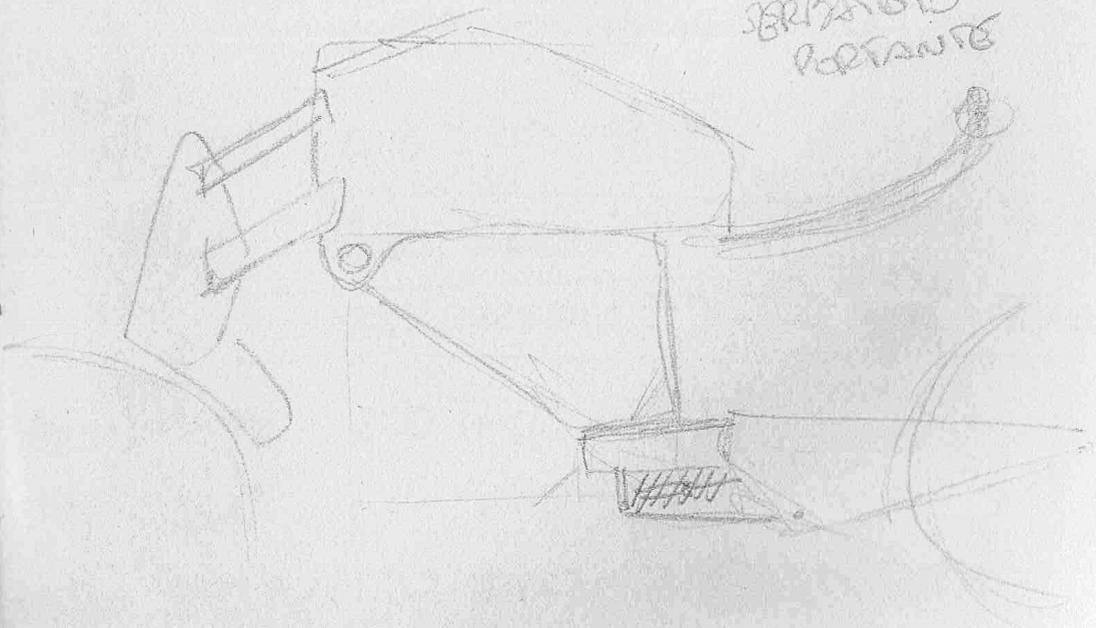
Andando avanti nella progettazione però, si sono volute provare nuove strade dal punto di vista telaistico. Il precedente telaio infatti era sicuramente migliore del primo sotto molti punti di vista, ma rimaneva di concezione molto tradizionale e poco innovativa sia dal punto di vista della forma, sia dei materiali. Si è deciso quindi di sfruttare le conoscenze derivanti dalle precedenti analisi sui motori portanti per creare una struttura radicalmente diversa da quanto fatto finora e creare un telaio che servisse solo a tenere in piedi la moto, ma non a sorreggerne le sue innumerevoli forze.

Il telaio è quindi ora composto da due piastre che si agganciano ai lati della sospensione posteriore ed arrivano in alto fino a collegarsi con il serbatoio, la cui parte anteriore svolge funzione portante e sorregge anche l'intero sistema sospensivo anteriore. Il resto del serbatoio è in plastica che semplicemente si aggancia alla parte anteriore.

In realtà poi, ciò che finora è stato per



BRIGATTOLO
PORTANTE



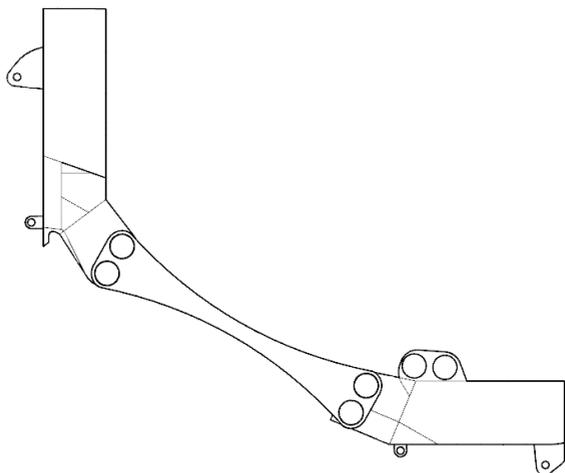
semplicità descrittiva chiamato serbatoio, non è in realtà tale, dato che il motore elettrico non ne ha bisogno; diventa quindi un pratico vano portaoggetti con un volume interno tale da poter contenere un casco di tipo aperto, come quello indossato dall'uomo nella figura a pagina precedente.

Poichè il telaio, come si vede nell'immagine a lato ha una struttura particolarmente esile (eccettuati gli attacchi delle sospensioni), viene rinforzato dalle batterie che svolgono pienamente quindi funzione portante per il mezzo. Senza di esse la moto si regge in piedi, ma non è in grado di sostenere alcun carico, ne di camminare senza rompersi dopo poco. La funzione portante che nelle moto a combustione interna viene quindi svolta dal motore, qui viene svolta dalle batterie, decisamente più adatte rispetto al motore elettrico che non si presta bene a questo ruolo e che qui viene quindi alloggiato nel forcellone esattamente come nel concept precedente.

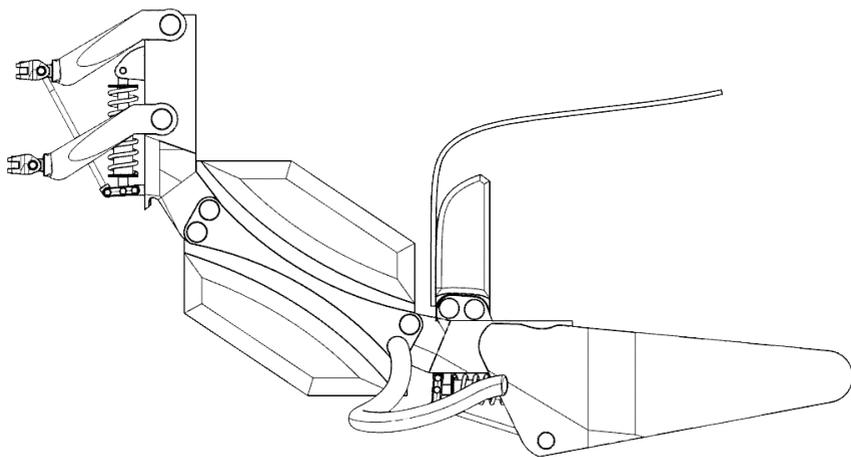


Concept versione 3

Come si vede nell'immagine a lato, le batterie si agganciano nelle sedi predisposte nel telaio e gli forniscono rigidità strutturale. Le due batterie sono in realtà la stessa che può essere montata sopra, in configurazione moto, o sotto, in configurazione scooter, o entrambe contemporaneamente, come nella foto, per raddoppiare l'autonomia. Su uno degli agganci posteriori delle batterie vengono montate le pedane, dalla particolare forma tubolare curva, studiata per permettere la regolazione dell'altezza con la semplice rotazione delle stesse. Posteriormente si trova un'altra batteria, ancorata al telaio in posizione verticale, che svolge funzione portante per il sottile telaietto reggisella, rinforzato con una nervatura, ma comunque leggermente flessibile per una migliore ammortizzazione; può scorrere in alto e in basso sulla batteria per regolare la propria altezza. Nella parte anteriore dei braccetti della sospensioni sono presenti due giunti per permettere la sterzata che avviene



Telaio concept versione 3

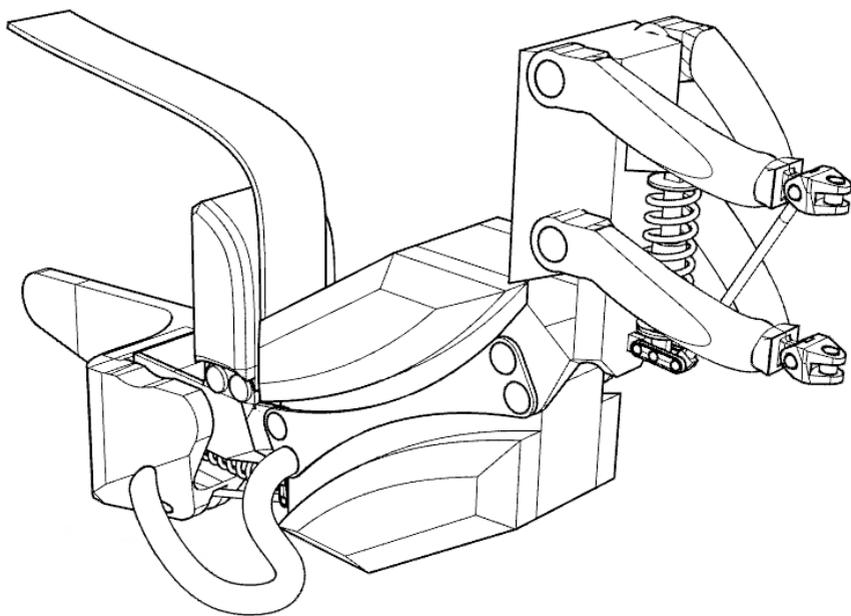


Telaio concept versione 3 con componentistica

come nel precedente concept, quindi tramite braccetti di rinvio dal manubrio.

Ma anche questa soluzione presenta dei problemi. Infatti, dovendo la rigidità strutturale essere fornita dalle batterie, queste devono essere rinforzate e possedere una struttura diversa dalle classiche batterie, il che ovviamente a scapito dei costi. La situazione inoltre è aggravata dal fatto che le batterie sono materiale di consumo, e come tali, hanno una vita media inferiore al mezzo su cui vengono montate, con quindi un ulteriore aggravio sulle spese.

Inoltre il sistema sterzante anteriore è molto complesso e per non prestare il fianco a rotture deve essere ben dimensionato, e se ciò ben si presta ad essere installato su una grossa moto BMW da 300kg, non si può dire lo stesso per un mezzo da meno della metà del peso che fa della semplicità uno dei suoi punti di forza, quindi anche in questo aspetto bisognava fare dei miglioramenti.

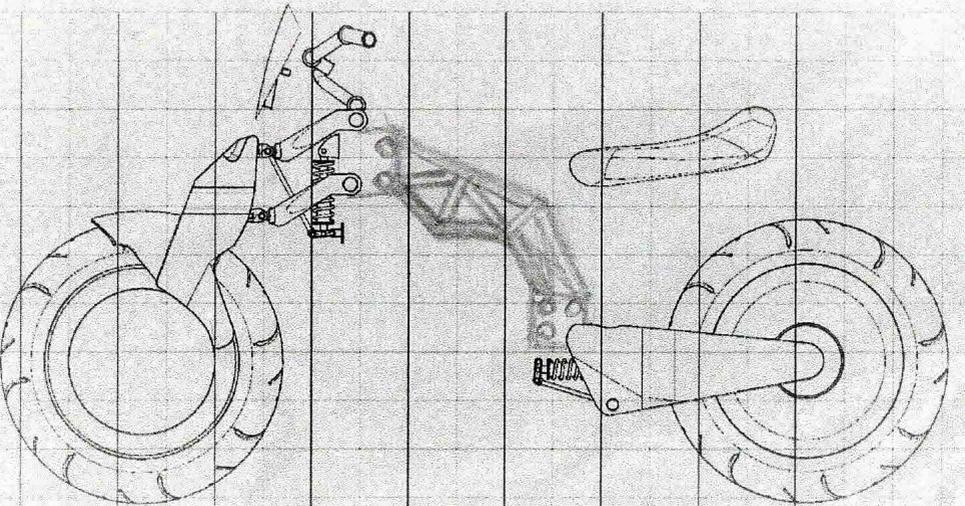
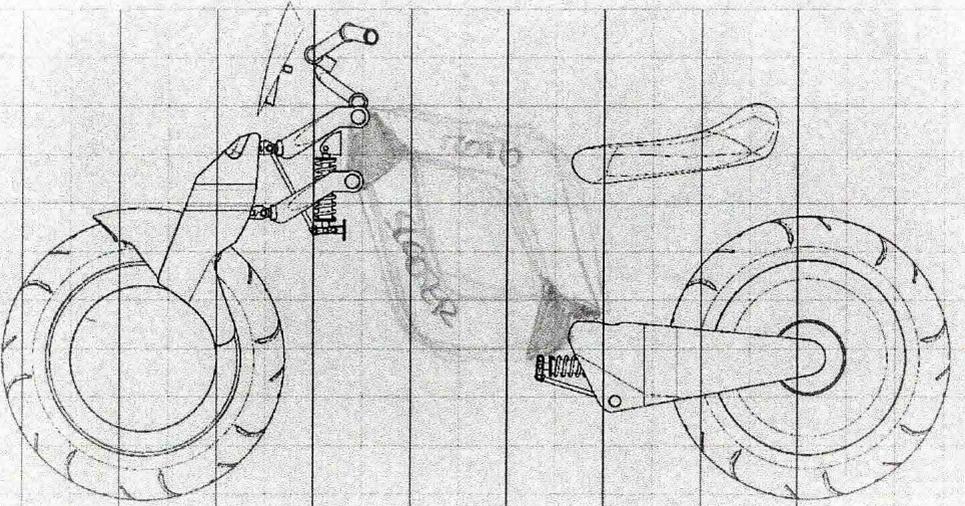
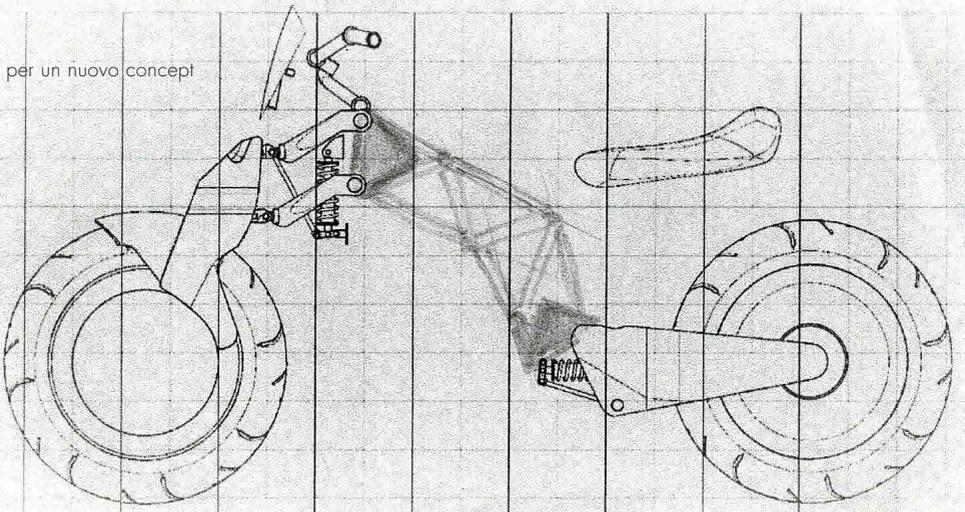


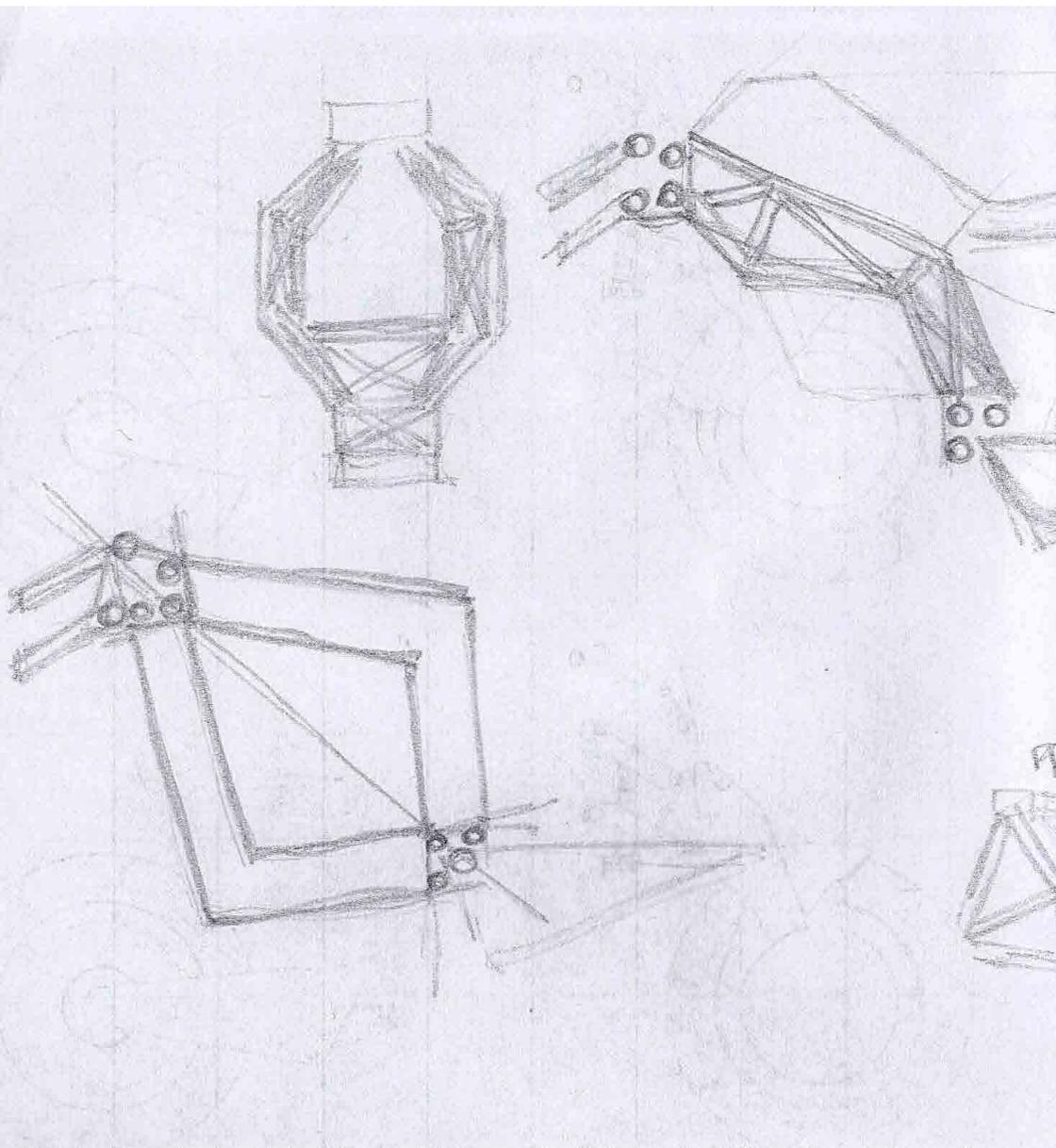
Telaio concept versione 3 con componentistica

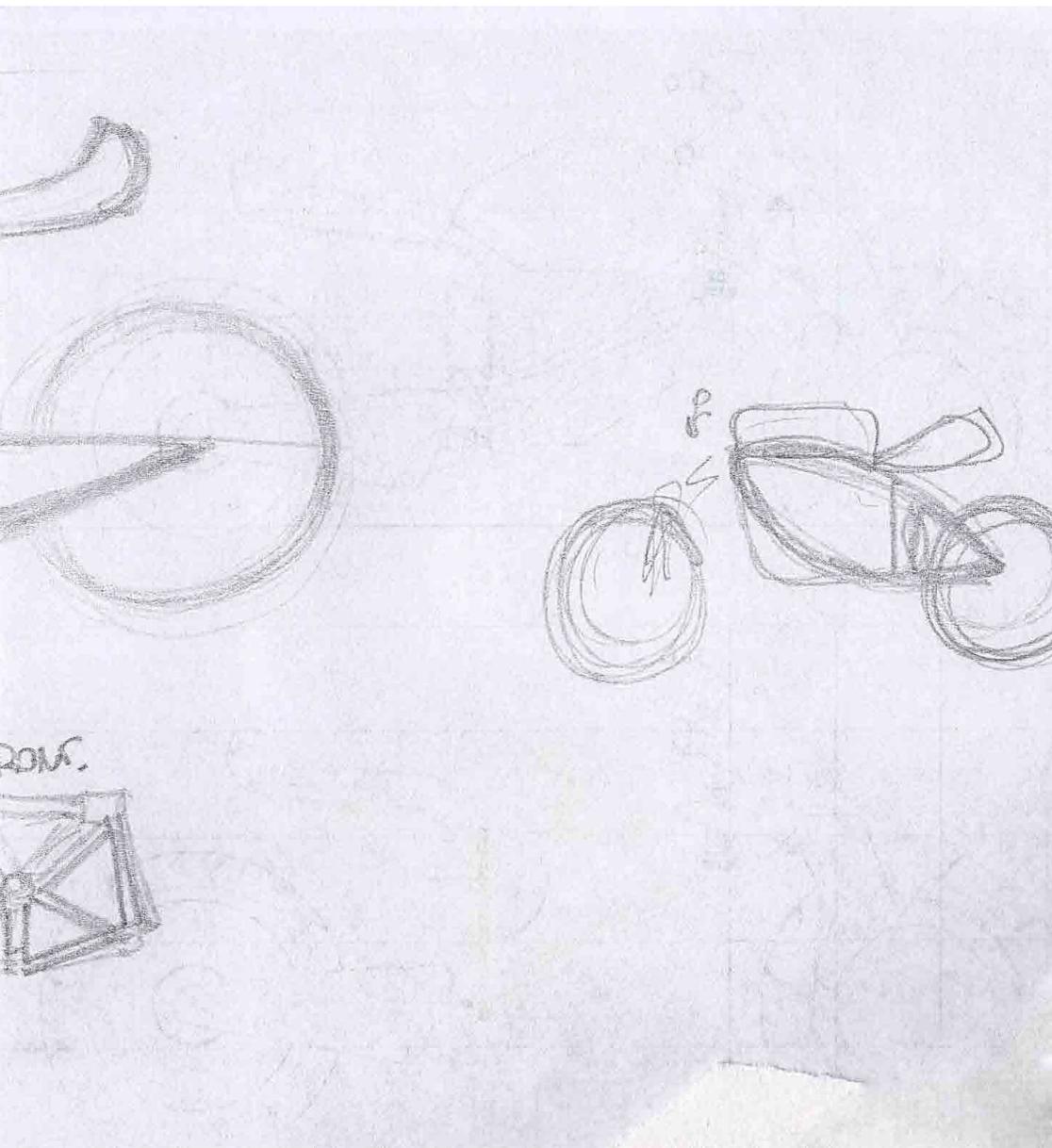
Scartate tutte le situazioni viste finora, ci si è provati ad orientare allora su una tecnologia di telaio ancora non esplorata per questo progetto: il telaio tubolare.

Un grosso vincolo tale per cui questa soluzione era stata scartata finora, è rappresentato dallo scooter. Infatti lo scooter per essere considerato tale, ed avere la praticità che lo contraddistingue, deve avere uno spazio adeguato per le gambe del conducente, diversamente dalle moto. Un telaio di tipo classico invece si sviluppa in alto, impedendo la formazione del suddetto spazio. Fino ad adesso, per i concept precedenti, erano stati creati telai bassi che in una forma unica potevano sintetizzare queste due tipologie, limitando però, a causa della forma, la rigidità generale del mezzo e la possibilità di diventare quindi una "vera" moto. Non era nemmeno un "vero" scooter perchè, per una situazione di compromesso, la trave non passava abbastanza in basso per essere considerato tale. Bisognava quindi trovare una soluzione.

Schizzi per un nuovo concept





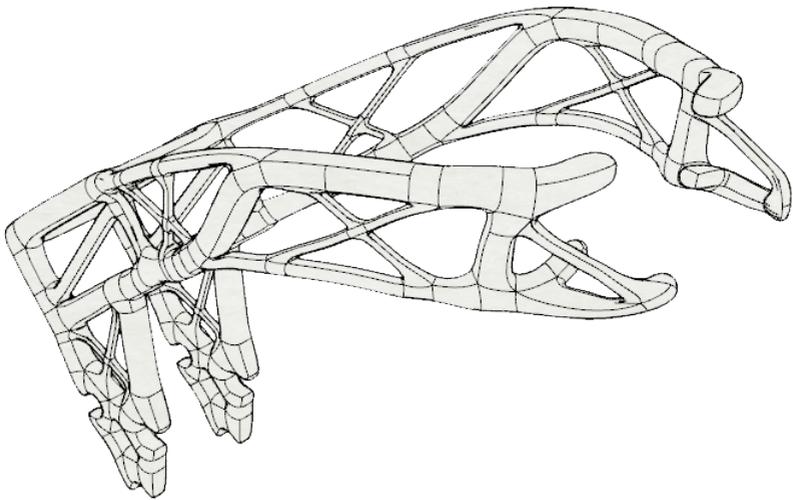


Schizzi per un nuovo concept ispirato ad un telaio tubolare

Come si vede negli schizzi precedenti, la migliore soluzione trovata è costituita da due piccoli sottotelai, uno anteriore, l'altro posteriore, che sorreggono le rispettive sospensioni, che possiedono ognuno 3 punti di attacco per il telaio. Il telaio si aggancia a questi punti e sorregge l'insieme.

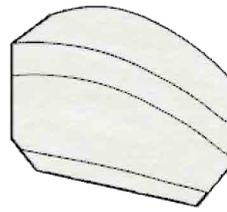
La particolarità sta nel fatto che, grazie alla specularità dei punti di fissaggio, il telaio può essere montato sia dritto che rovesciato, creando una volta una moto, l'altra uno scooter. In questo modo si riesce con un solo telaio ad avere dei mezzi radicalmente diversi tra di loro, questa volta anche nella struttura, con meno compromessi possibili.

Nella prima versione che si vede a lato, è chiara l'ispirazione dagli esistenti telai tubolari, questo sarà solo il punto di partenza per sviluppare questa idea nella maniera più innovativa possibile, sia nelle forme che nei materiali.



Prima versione di telaio tubolare

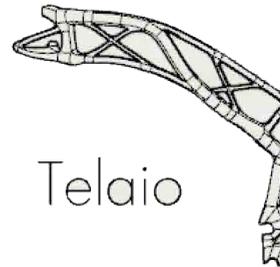
Vano



Sterzo

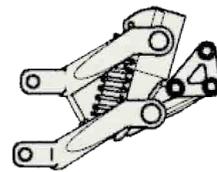
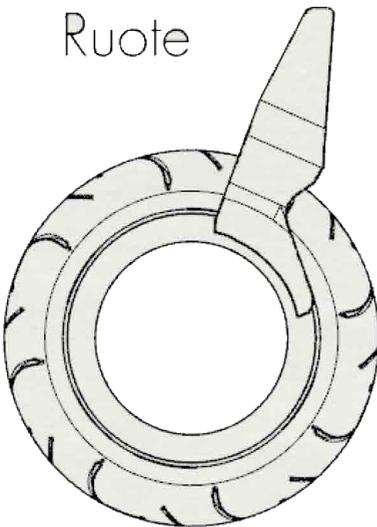


Faro
anteriore



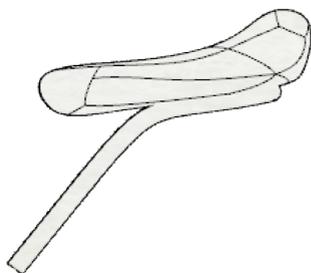
Telaio

Ruote



Sospensioni

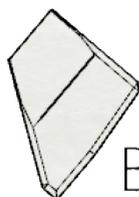
Sella



Faro
posteriore



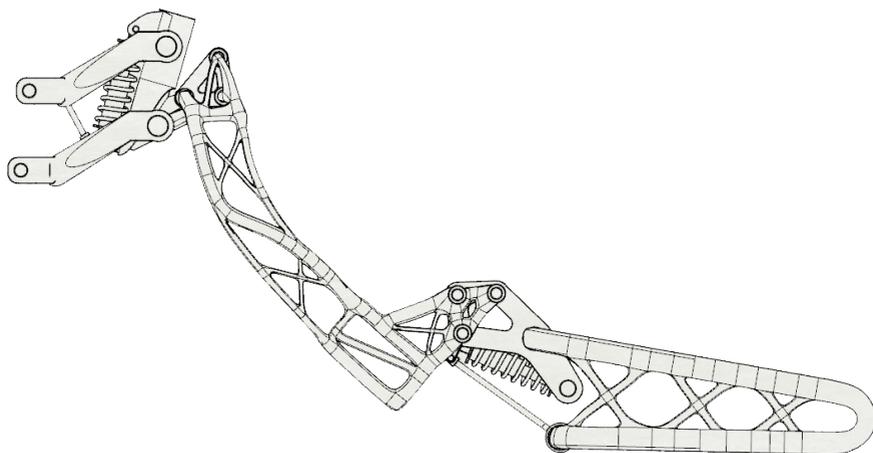
Batterie



Ruote



Come si nota nell'immagine a lato, il telaio così montato trasforma il mezzo in uno scooter dotandolo di molto spazio per le gambe e consentendo una salita a bordo più agevole rispetto alla moto che, d'altro canto, potendo ora beneficiare di un telaio più alto che negli altri concept, può beneficiare di una guida più precisa e piacevole grazie alla presenza del telaio in mezzo alle ginocchia. In aggiunta a questo, l'intero sistema di sterzo è stato rivisto. Il precedente era inutilmente complicato, così ora i bracci della sospensione anteriore anziché essere vincolati direttamente al telaio, ruotano su un canotto di sterzo collegato al manubrio e quindi permettono essi stessi la rotazione, consentendo di eliminare i complessi giunti alle loro estremità e i braccetti telescopici che dal manubrio arrivavano alla forcella; il tutto ora risulta quindi molto più semplice. Un aspetto importante è rappresentato dal canotto di sterzo che in questo prototipo, a differenza di ciò che avviene nelle soluzioni



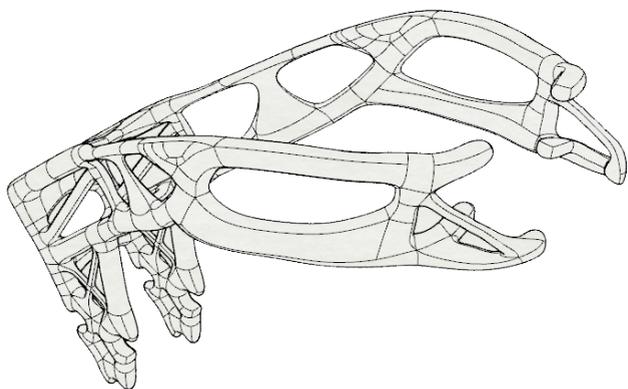
Il telaio montato rovesciato sui punti di attacco per dare così vita allo scooter, con la zona delle gambe libera per il conducente.

tradizionali, non altera le geometrie della moto, che vengono descritte esclusivamente dai bracci della sospensione grazie alla loro lunghezza e inclinazione. In questo modo manteniamo il grande punto di forza di questa modo, l'adattabilità, guadagnando al contempo molta semplicità.

Le batterie ora, anzichè essere poste al centro come zavorra nelle prime versioni, o in maniera portante come nella precedente soluzione, vengono allocate ai lati della parte posteriore del telaio, molto stretta, migliorando l'ergonomia per le gambe e riprendono formalmente lo stile dei fianchetti delle moto da cross degli anni '70.

La forma del telaio non era però ancora del tutto soddisfacente. Si presentava infatti troppo legata a forme e materiali già esistenti, pur avendo ben saldo il motivo della sue innovazioni.

Così, una volta approvata definitivamente l'idea del telaio che cambia destinazione d'uso a seconda del montaggio, si è passati



Seconda versione di telaio tubolare

alla definizione di nuovi materiali e quindi, forme.

All'inizio del progetto infatti c'era una volontà di sfruttare le tecnologie di prototipazione rapida per la realizzazione del progetto, vendendo quindi il file e stampandolo come lo si vuole, con infinite combinazioni di personalizzazioni uniche possibili, dalle forme ai colori.

Il progetto risultava però troppo acerbo ancora per poter approfondire un argomento del genere, dovevano essere definiti molti altri parametri prima, così l'idea è stata per il momento lasciata da parte pronta ad essere riapprofondita nel momento più opportuno. Questo era quindi il momento giusto per approfondire un discorso del genere, e si sono ripresi i precedenti studi e ricerche per cercari di capire al meglio quali forme erano più vantaggiose per stampare il telaio tramite stampanti 3D.

In questa pagina ed in quella precedente si vede un'evoluzione del precedente telaio



Render della seconda versione del nuovo concept

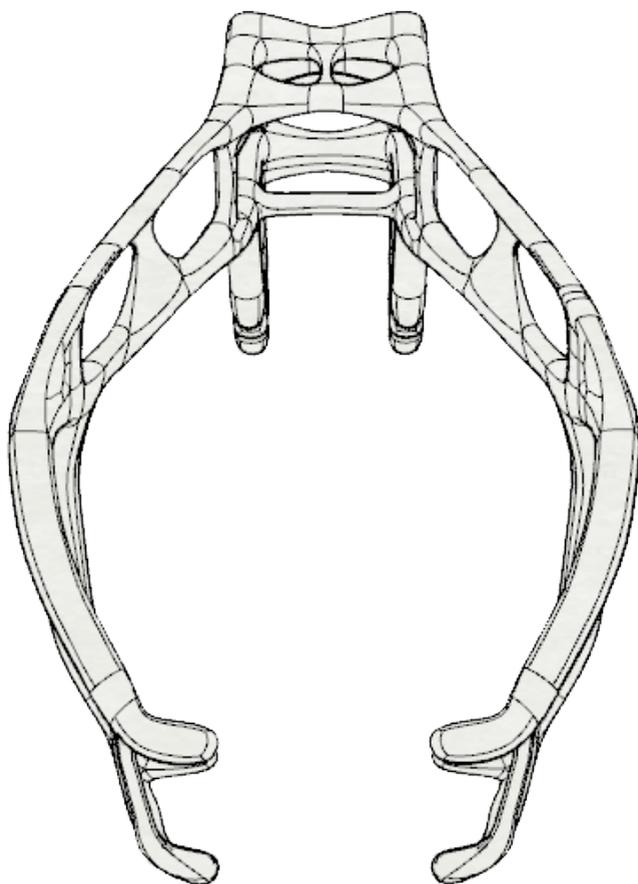
tubolare, dove si è cercato di modificare la forma per venire incontro a questa tipologia di materiale e processo produttivo.

Sono quindi state eliminate le travi principali rinforzate con tubi incrociati di minore sezione in favore di strutture più omogenee e di sezione più ampia e differenziata per scaricare al meglio le forze in gioco e cercare di sfruttare forme ottenibili solo tramite la stampa 3D. Sono inoltre stati migliorati i sottotelai, anch'essi ottimizzati rispetto alle precedenti versioni.

Il telaio appare ora rinforzato nella parte posteriore con degli intrecci di forme tridimensionali che donano rigidità all'insieme, e all'anteriore si estende intorno al finto sebatoio per andare a sorreggere la sospensione anteriore.

Questo tentativo però, appare più come una ottimizzazione del precedente telaio tubolare in acciaio, piuttosto che un nuovo telaio progettato a partire da zero.

Volendo ricominciare da capo allora nella



Seconda versione di telaio tubolare.

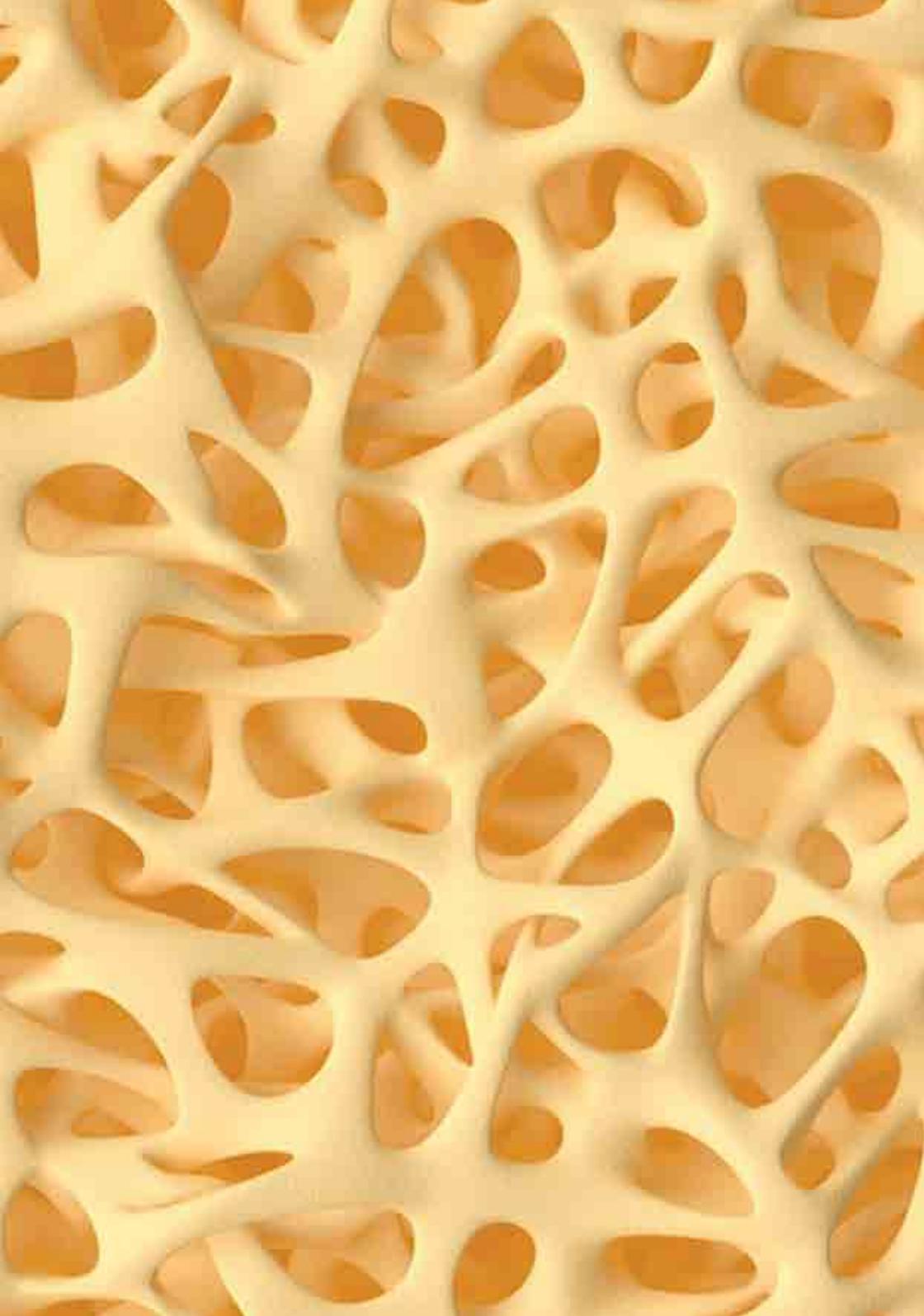
Si nota la sezione differenziata delle travi, i sei attacchi anteriori (tre per lato) e la forma rinforzata sul posteriore che si allunga poi in avanti andando ad abbracciare il finto serbatoio fino ad arrivare al sottotelaio anteriore.

riprogettazione delle forme, si sono andate a studiare più nel dettaglio quelle che offrono più vantaggi di robustezza, rigidità e peso in un oggetto stampato con tecnologie di prototipazione rapida.

Le forme migliori sotto diversi punti di vista per questa tecnologia di stampa risultano essere quelle ispirate dalla natura, che le utilizza con successo nelle sue strutture portanti, come quelle delle ossa, in particolare il loro interno, molto ramificato che garantisce leggerezza e al contempo rigidità data dalla struttura tridimensionale.

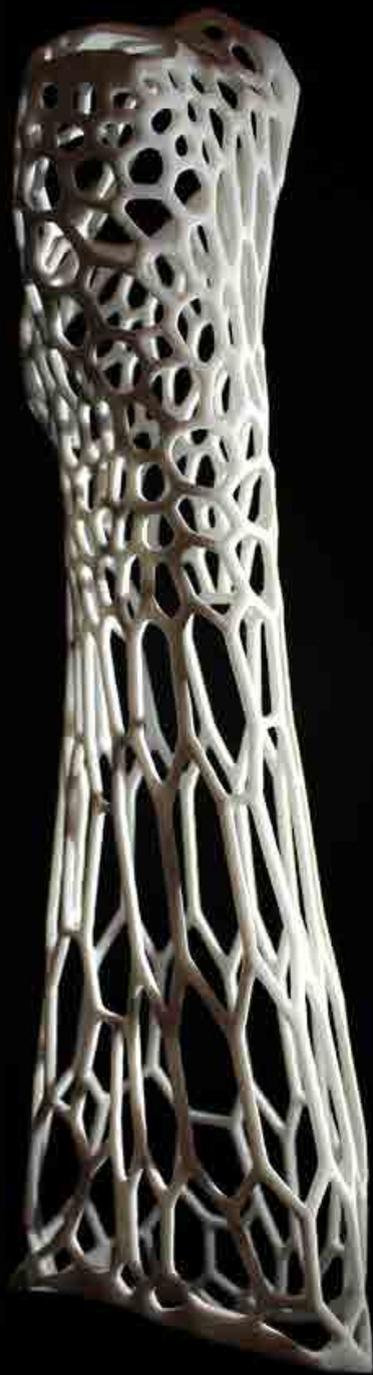
Un esempio può essere visto nell'immagine accanto: la struttura è estremamente ramificata e rigida ma al contempo molto leggera visto che una gran parte del volume di questa struttura è occupato dall'aria.

Le ramificazioni inoltre non sono omogenee, anzi tutt'altro: sono infatti più rade dove non c'è bisogno di molto materiale aumentando quindi la leggerezza, e



risultano gradualmente sempre più fitte mano a mano che ci si avvicina in quei punti dove i carichi e quindi lo stress meccanico sono maggiori; in questo modo si ottiene una struttura ottimamente bilanciata tra resistenza e peso, con rinforzati solo i punti che ne hanno davvero bisogno, mentre sul resto si risparmia materiale e quindi peso (e costi nel caso di strutture artificiali).

Un esempio di questa filosofia progettuale è riportato nella figura a lato, dove possiamo vedere un "gesso" realizzato tramite stampa 3D che prende la sua rigidità dalla fitta trama della sua struttura che però muta a seconda della posizione in cui si trova: dove necessita di più rigidità è molto fitta, dove invece serve solo a dare stabilità all'insieme può permettersi di essere molto più rada e risparmiare materiale.



Gesso per arto fratturato realizzato tramite stampa 3D che sfrutta principi di biomimesi per migliorare le sue prestazioni. Si nota come la parte in alto, più sollecitata, disponga di una struttura con una trama molto più fitta di quella in basso, che necessita di meno rinforzi.

Progetto definitivo.

Sulla base di quanto visto fino ad ora è stato quindi riprogettato l'intero telaio tenendo come unici vincoli gli attacchi ai sottotelai e rifacendo tutto il resto da zero.

Come si può osservare nell'immagine a lato, le forme ora sono decisamente organiche e fluide, con una trama più larga nella parte centrale e molto più fitta nelle zone degli attacchi, dove la struttura è costretta a subire le forze più intense, sia di carico sia durante le varie fasi della guida.

Inoltre l'intera struttura ora non è più divisa in due tralicci, uno per lato che abbracciano il vano centrale, ma l'insieme crea un'unica trama interconnessa che assicura una rigidità decisamente maggiore che in precedenza grazie alla struttura ora tridimensionale.

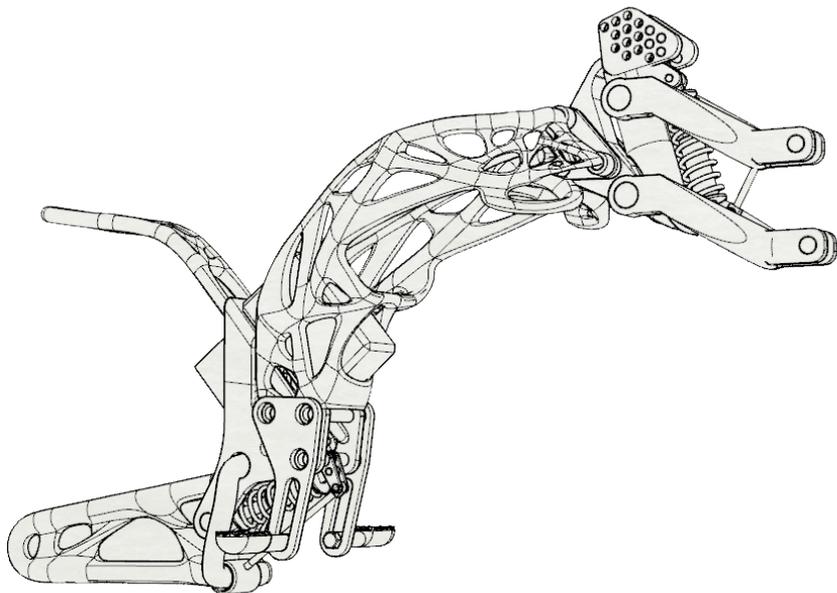
Inoltre alle batterie sui fianchi se ne aggiungono ora altre due che si incastonano nella parte centrale del telaio contribuendo così alla sua rigidità complessiva. Non hanno funzione totalmente portante come quelle viste in precedenza nel vecchio concept, ma



la loro presenza in quel determinato punto e i loro agganci aiutano il telaio nel suo lavoro. Le batterie laterali che fungono da fianchetti invece sfruttano per il loro montaggio gli stessi tre punti di attacco attraverso i quali il telaio si unisce al sottotelaio posteriore, per ottenere la massima semplicità possibile.

Gli stessi agganci vengono utilizzati dalle piastre che sorreggono le pedane. Esse sono composte da una slitta grazie alla quale alla pedalina è permesso di scorrere in alto e in basso per potersi adattare al meglio all'altezza del conducente ed al suo stile di guida. Lo scorrimento non è perfettamente verticale ma leggermente inclinato verso la parte posteriore, per seguire nella maniera più naturale possibile il movimento della gamba.

Come si può notare, la forma del telaio è piuttosto arcuata per permettere di avere un telaio più alto nella configurazione moto, e un telaio basso che lasci molto spazio libero nella configurazione scooter.



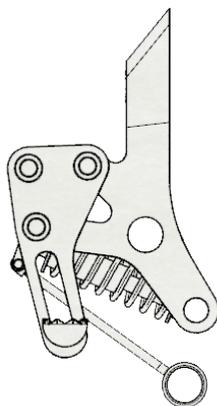
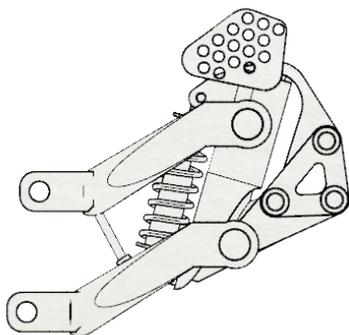
Versione definitiva dell'insieme.

Oltre al telaio sono presenti i sottotelai con relative sospensioni, forcellone, agganci regolabili delle pedane, aggancio regolabile dello sterzo, telaietto reggisella regolabile e le batterie centrali incastonate nella parte posteriore del telaio. Sono escluse in questa figura le batterie laterali per mostrare al meglio la meccanica.

Nella figura a lato abbiamo una visione generale dei sottotelai anteriore e posteriore nelle loro posizioni di lavoro.

Oltre ai punti di aggancio con il telaio, vediamo come quello posteriore si estenda verso l'alto per andare a sorreggere il telaietto reggisella che scorre in alto e in basso in due asole poste proprio nel sottotelaio permettendo così di variare la propria altezza di seduta. In basso troviamo la piastra che sorregge le pedane e tra di esse il rinvio che nella parte a destra dell'immagine si aggancia al forcellone e trasmette il movimento all'ammortizzatore tramite il bilanciere posto all'altra sua estremità.

Il sottotelaio anteriore invece sorregge il canotto di sterzo che permette la rotazione e al quale è agganciato l'intero sistema sospensivo. In cima a questo troviamo due piastre forate parallele tra loro a cui si aggancia il supporto manubrio che può in questo modo variare sia la sua altezza, sia l'inclinazione.



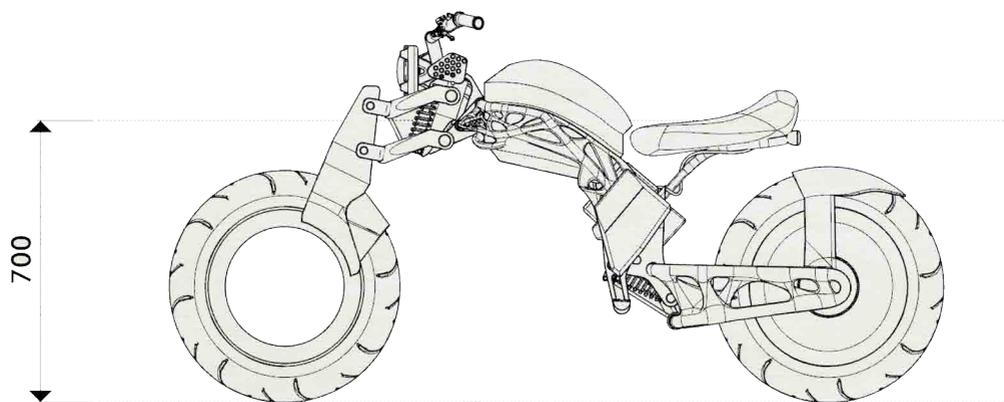
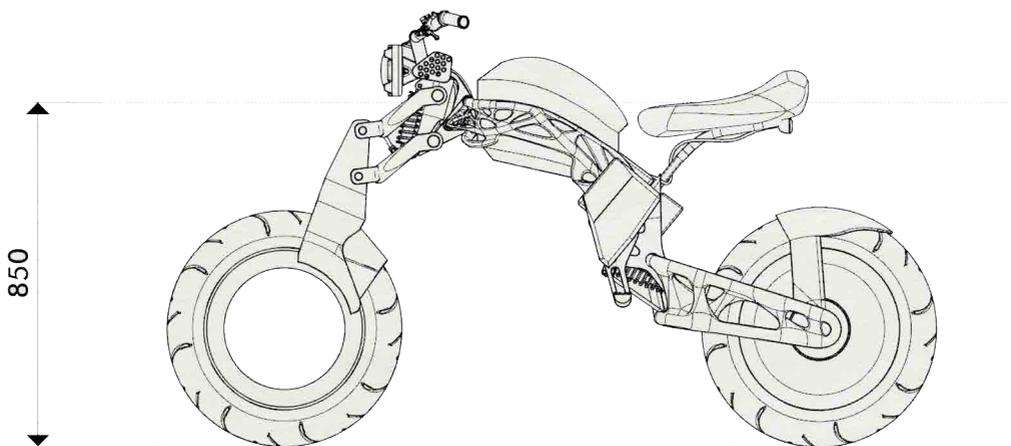
I sottotelai anteriore e posteriore nella loro posizione rispetto al telaio, mancante nell'immagine. Si notano i punti di aggancio su cui quest'ultimo si può montare nei due versi.

In questo modo si ha un mezzo totalmente personalizzabile dove si possono regolare tutti e tre i punti di contatto tra il conducente e la moto, ovvero sella, manubrio e pedane. Questo permette di adattarsi a stature diametralmente diverse tra loro e a rendere accessibile la moto a tutti nella maniera più confortevole possibile.

Se questo non dovesse bastare, si può in aggiunta regolare l'altezza dell'intero mezzo tramite le sospensioni sia per adattarla a differenti utilizzi e stili di guida, sia per cucirla al meglio attorno alla propria corporatura.

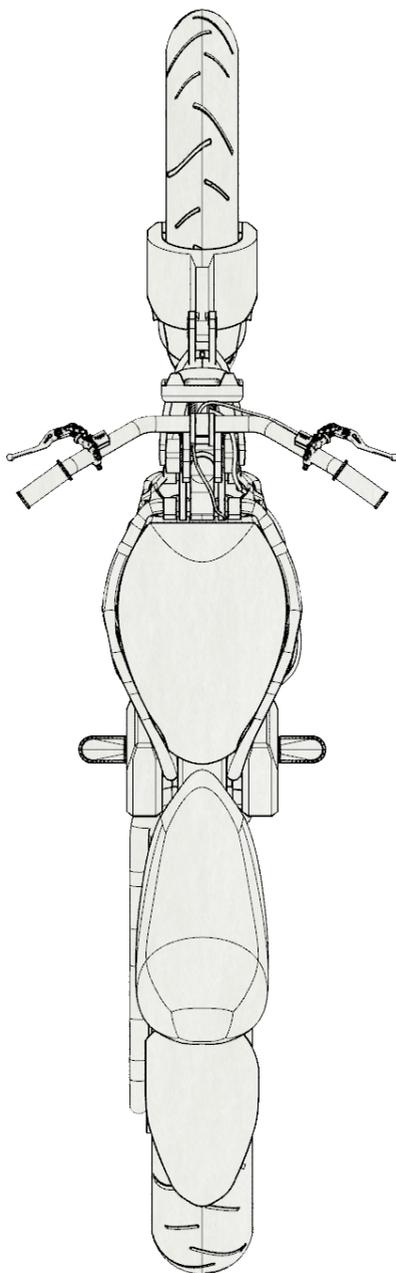
Nella figura a lato si capisce chiaramente questo concetto. La moto passa da una configurazione con sella a 70cm da terra ad una con 85cm (ma potrebbe alzarsi di più alzando la sella rispetto al telaio) con una escursione quindi di 15cm.

Mediamente l'altezza della sella delle moto che si trovano in commercio si aggira sugli 80cm che risulta anche il valore massimo consigliato per persone non più alte di 1,75m.



Differenze di altezza misurata dal piano di seduta a terra.
Le due configurazioni non rappresentano l'estremo più basso e l'estremo più alto disponibile dalla moto, ma vogliono mostrare come con alcune piccole variazioni di sospensioni e seduta si può arrivare da un valore medio-alto ad uno molto basso.

Questo vuol dire che considerando un'altezza media per gli uomini di appunto un metro e 75 e per le donne di circa 10cm meno, si capisce come già per i primi che siano più bassi di tale soglia, il parco mezzi da poter guidare con sicurezza in ogni condizione, senza rischiare di cadere da fermi tende a ridursi man mano ci si allontana da tale valore. Per le donne invece la situazione va decisamente peggio, con la maggior parte di esse costrette a scegliere la moto non in base al gusto personale, ma solo scegliendo tra quelle (poche) su cui ci si può salire sopra. Le altezze record in entrambi i sensi si fermano a 75cm circa in basso e 85cm circa in alto e non sono quasi per nulla modificabili. Infatti nel momento in cui un acquirente trova una moto di suo gradimento alta ad esempio 80cm e si accorge che non riesce a starci sopra con sicurezza, potrà fare ben poco per migliorare le cose. La modifica più rilevante è quella di scavare la sella o utilizzarne una meno imbottita già predisposta dalla casa

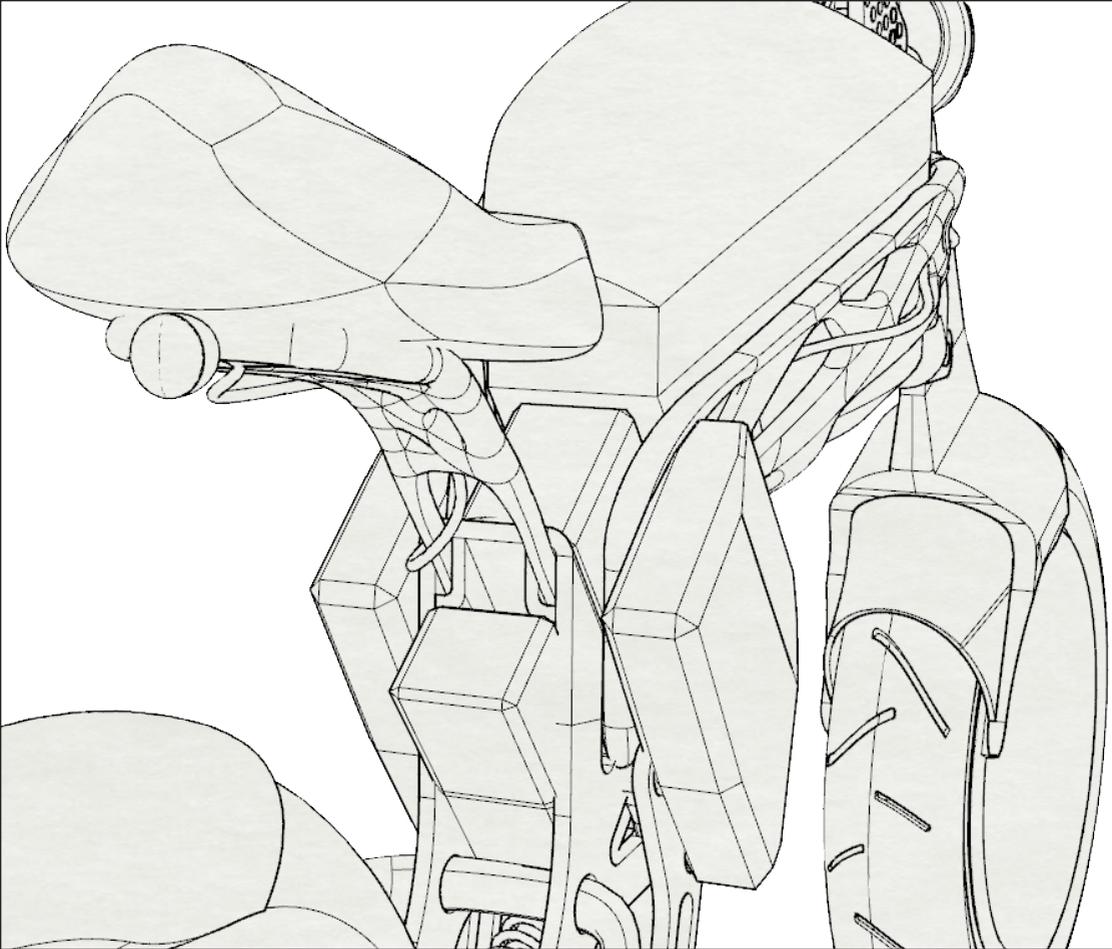


La sella stretta nella parte anteriore permette di distendere le gambe nella maniera più perpendicolare al suolo possibile durante le soste garantendo un appoggio più sicuro anche per chi non è molto alto.

madre. Gli svantaggi sono però di chiara comprensione. Con una sella meno imbottita infatti il comfort si ridurrà drasticamente ed aumenterà moltissimo la percezione delle vibrazioni del mezzo. Il tutto a fronte di un guadagno di 1 o 2cm di altezza in meno nella migliore delle ipotesi; stiamo parlando di un vantaggio quindi non del tutto trascurabile, ma decisamente poco significativo, che porta con sé diversi svantaggi.

Un altro modo per guadagnare un ulteriore centimetro consiste nel regolare l'ammortizzatore posteriore più morbido possibile in modo da far abbassare di più la moto sotto il suo stesso peso. Va da sé che in questo modo si avrà una moto completamente sbilanciata a livello di ciclistica, che in alcune situazioni potrà rasentare l'inguidabile e il pericoloso, il tutto per un guadagno di una decina di mm.

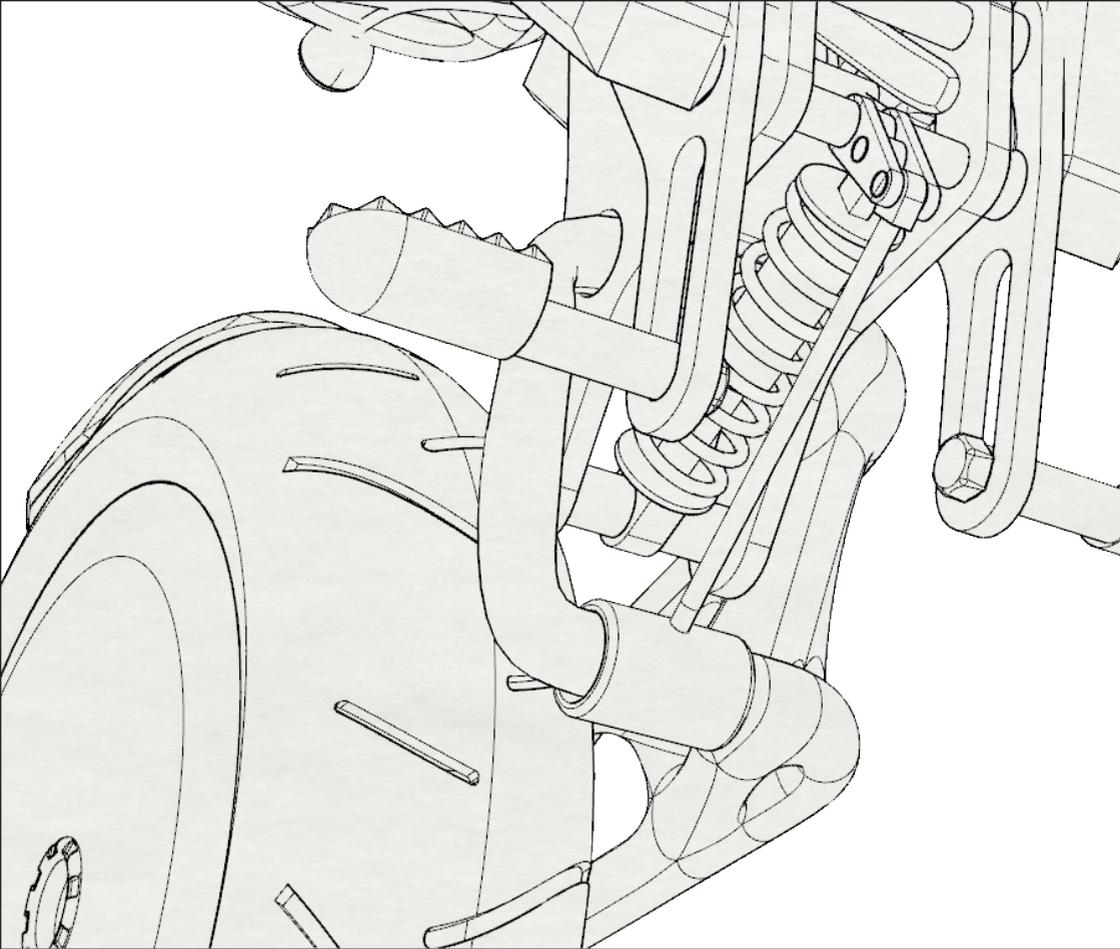
Queste sono le uniche due modifiche applicabili ad una moto al giorno d'oggi, ed anche combinandole insieme si arriva ad un



Dettaglio del sottotelaio posteriore con le asole in cui si infila il telaietto reggisella e scorre per regolare la sua altezza. Sono inoltre visibili le batterie incastonate nel telaio.

guadagno di non più di 3-4cm al massimo. E' in quest'ottica che l'escursione di quasi 20cm assicurata da questo progetto assume molto valore, soprattutto perchè permette un adattamento senza svantaggi: infatti anche regolando l'altezza tramite le sospensioni, si va ad agire solo sulle lunghezze dei rinvii e non sul precarico molla, l'assetto non viene quindi modificato, potendo garantire sempre la miglior guidabilità possibile.

E se questi vantaggi sono particolarmente significativi per persone dalla statura bassa o medio-bassa, lo sono anche per gli alti. Infatti potrà sembrare strano, ma anche essi devono affrontare problemi simili, essendo spesso costretti a comprare moto particolarmente alte non perchè ne apprezzino lo stile o le caratteristiche, ma perchè sono le uniche su cui possono salire senza avere la percezione di guidare una bicicletta a causa delle dimensioni.



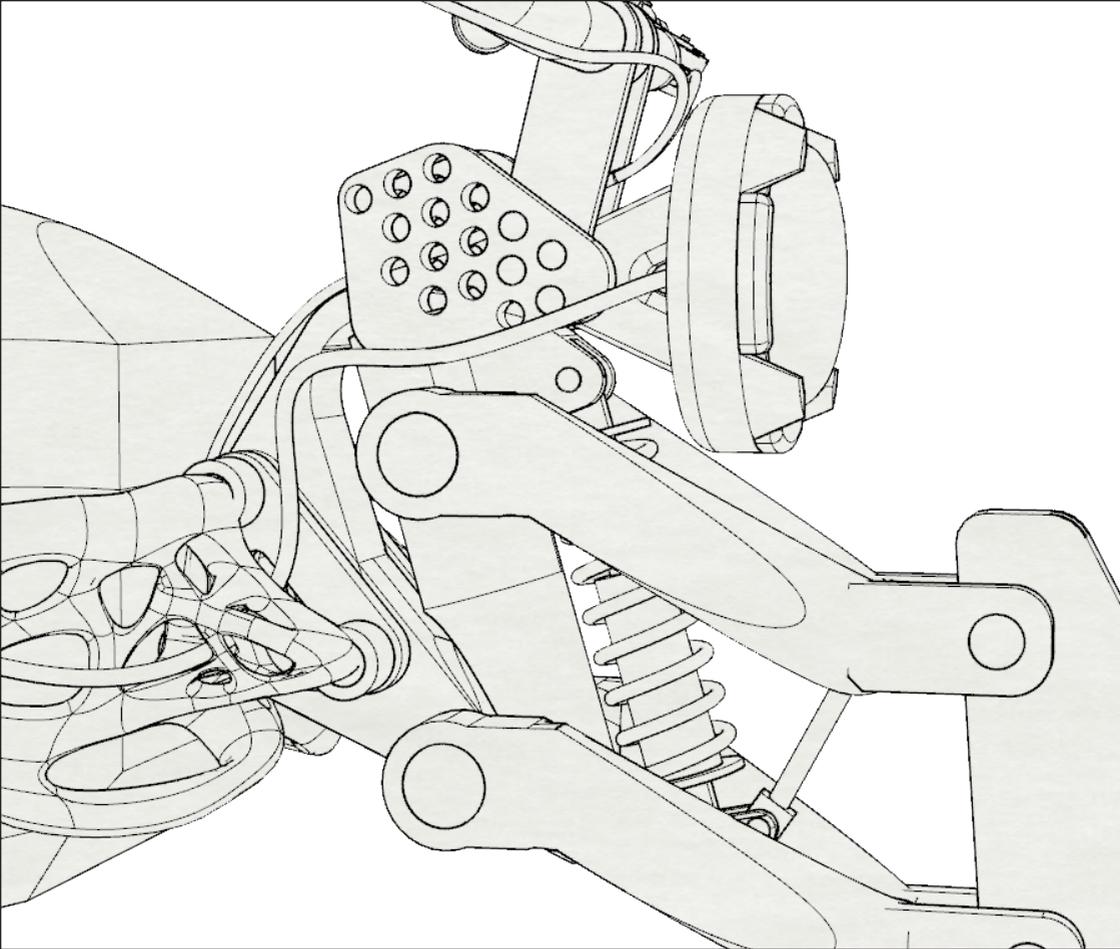
Dettaglio della sospensione posteriore. E' possibile vedere il gruppo molla-ammortizzatore infulcrato in basso al sottotelaio e in alto alla bielletta di rinvio. Quest'ultima si infulcra ad una traversa del sottotelaio e viene mossa all'altra estremità dall'asta di rinvio collegata al forcellone.





Il faro anteriore, semplice e dalla forma circolare, si monta sulla moto sfruttando le stesse due piastre forate che sorreggono il manubrio per ridurre al minimo il numero dei componenti; le stesse piastre inoltre fungono da attacco per un eventuale parabrezza, utile sia nella versione scooter, sia nella moto turistica. Il faro posteriore è invece montato direttamente nel telaio posteriore.

L'impianto elettrico che alimenta i fari è composto da cavi a vista che scorrono lungo il telaio fino alla parte posteriore da cui traggono l'alimentazione. La scelta di non nascondere i cavi, ma anzi esaltarli nasce dalla precisa volontà di mostrare come il mezzo sia molto semplice e molto vicino all'utilizzatore, da qui l'aspetto quasi giocoso delle varie componenti.



Faro anteriore che viene assicurato alla moto dalle stesse piastre che sorreggono lo sterzo.

Agli estremi del manubrio troviamo le manopole e tramite la rotazione della destra si comanda il potenziometro che gestisce il motore; il tutto avviene quindi in maniera analoga a quanto si trova con una moto tradizionale, per semplificare al massimo l'operatività del mezzo. Davanti ad esse abbiamo due leve, simili alle classiche leve dei freni, che comandano in realtà il motore ma in negativo.

La frenata avviene infatti invertendo la polarità del motore che provvede così esso stesso al rallentamento del veicolo trasformandosi quindi momentaneamente in un alternatore, capace di trasformare l'energia meccanica in energia elettrica andando quindi a ricaricare le batterie.

Al centro del manubrio, ancorato anch'esso alle piastre forate, troviamo un display di controllo dell'intero sistema tramite cui controllare i vari parametri come carica delle batterie, voltaggio, giri motore, velocità, mappa di erogazione della coppia e freno motore.



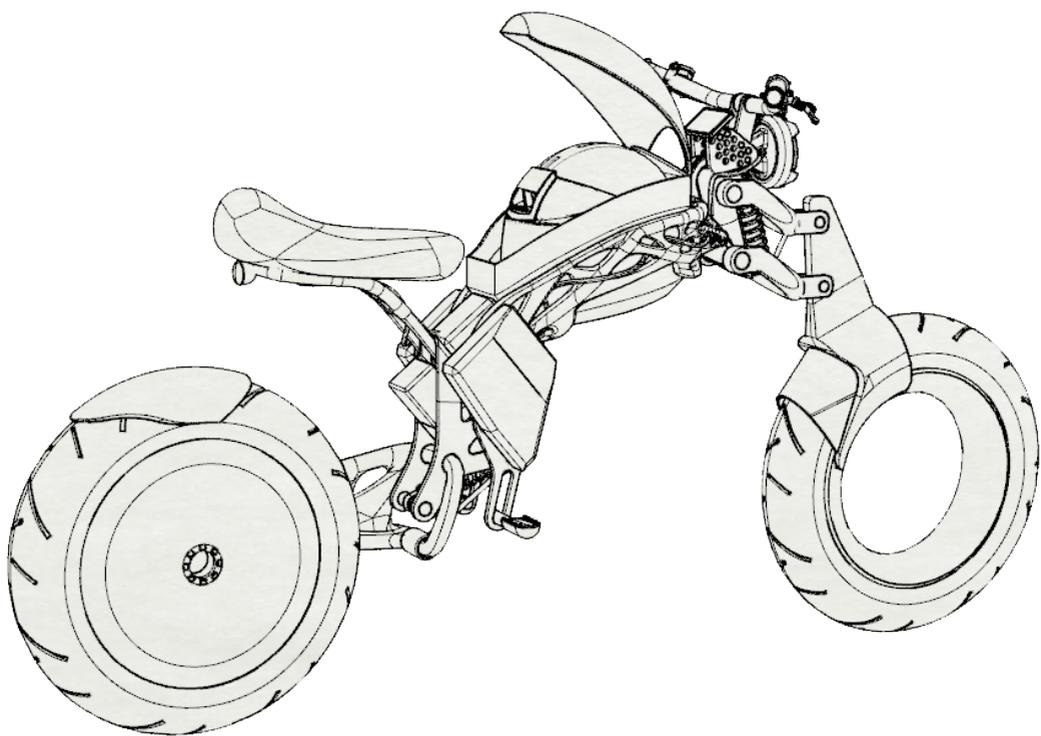




Avendo posizionato il motore sul forcellone e le batterie nella parte posteriore bassa del telaio, oltre ad avere una centralizzazione ottimale delle masse ed un baricentro molto basso, si crea un ulteriore vantaggio, quello dell'avere nella parte anteriore molto spazio libero da sfruttare.

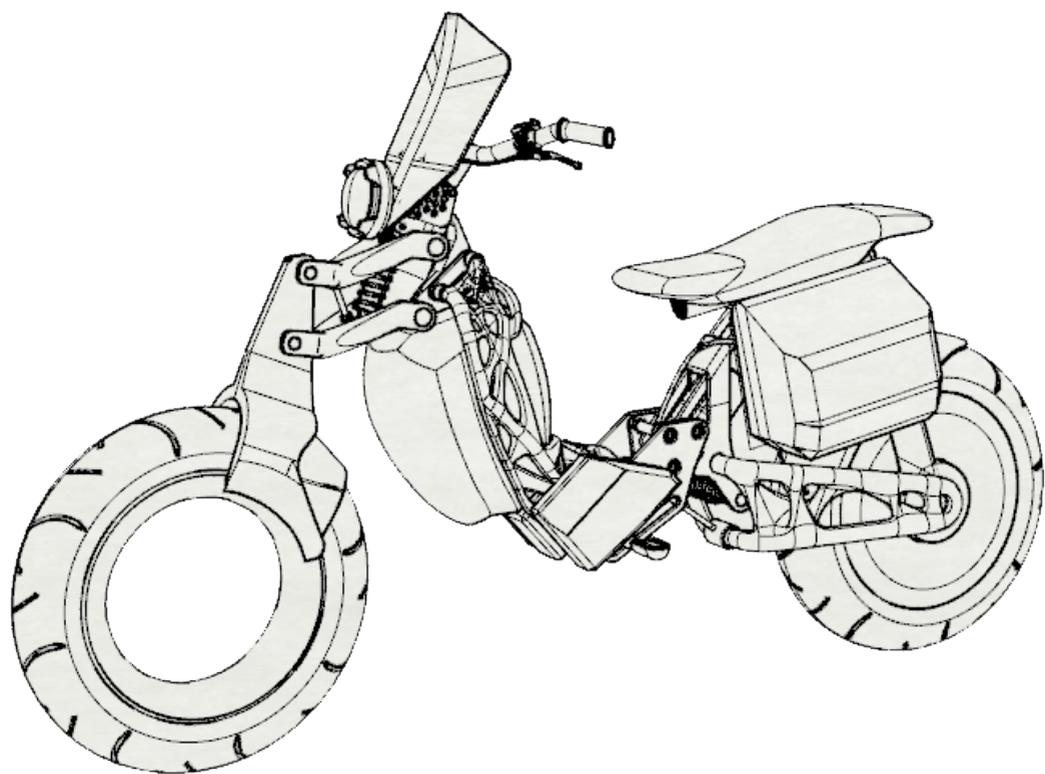
Così, fissato all'interno della struttura del telaio, trova posto il voluminoso vano portaoggetti, sagomato a riprendere le linee di un serbatoio per garantire un'ottimale ergonomia in sella, è progettato per poter alloggiare al suo interno un casco integrale, o in alternativa un casco di tipo aperto e altri oggetti per l'occorrenza nello spazio rimasto libero.

Vi si accede aprendolo dall'alto alla maniera di un cofano, per un accesso comodo al suo contenuto; quando è usato in configurazione scooter invece si apre dall'altro lato tramite la seconda apertura sul fondo tramite cui può passare facilmente un casco aperto.



Nell'immagine a pagina 200 viene mostrata la configurazione scooter con alcuni accessori come il parabrezza, che si fissa sfruttando le stesse due piastre forate che reggono il manubrio, la sella biposto, che si estende indietro permettendo l'utilizzo del mezzo in coppia e le borse laterali.

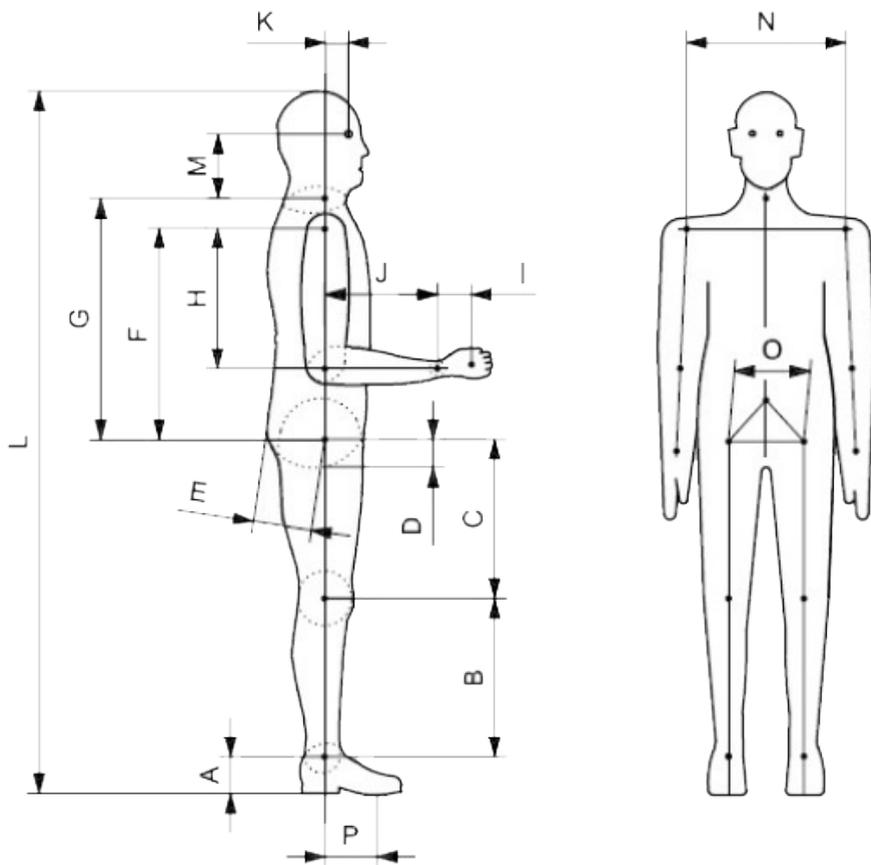
Infatti, considerato l'utilizzo urbano del mezzo, una buona capacità di carico è essenziale. Al contempo però l'ingombro è un fattore determinante per l'agilità del mezzo nel traffico, specialmente per quanto riguarda la larghezza. Un bauletto posteriore è stato escluso per non destabilizzare eccessivamente la leggera struttura, quindi si è pensato di utilizzare delle tasche morbide laterali che quando chiuse si arrotolano e scompaiono lasciando la sagoma del mezzo estremamente snella, e quando aperte, oltre ad offrire una notevole capacità di carico, si fissano in basso al parafango che le impedisce di oscillare; in questo modo si evita l'utilizzo di un telaietto di supporto.



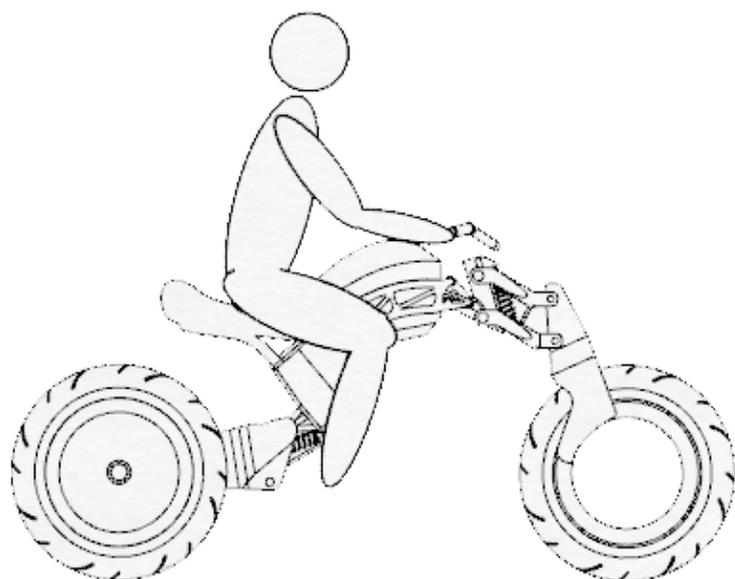
Nella pagina successiva abbiamo quattro esempi di persone con statura decisamente diversa tra loro seduti sulla moto.

Le quattro altezze sono 1,55m; 1,65m; 1,90m; 2,00m. L'assetto della moto non è stato modificato in nessun modo, e per regolare i parametri del mezzo alle proprie proporzioni si sono utilizzati esclusivamente i tre punti di contatto dell'utilizzatore con il mezzo, ovvero: sella, pedane e manubrio che sono stati facilmente regolati.

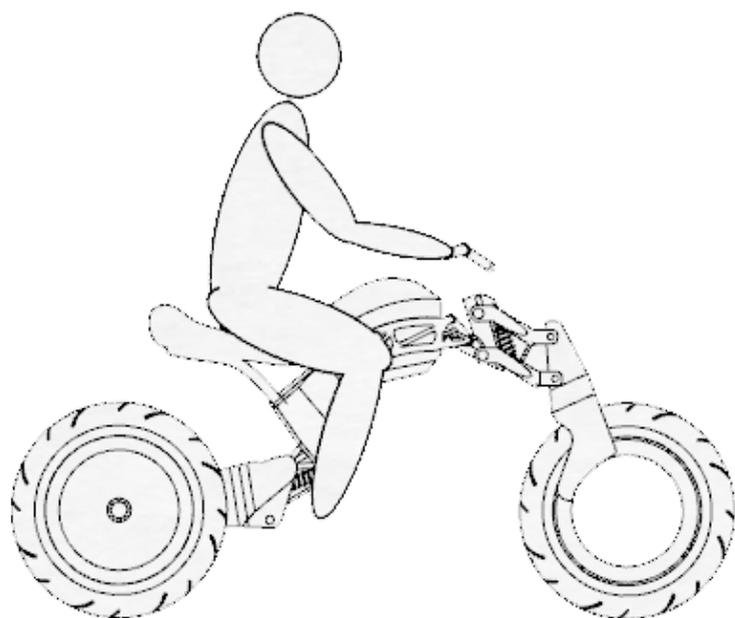
Questo dimostra le capacità di adattamento di questo sistema ed è inoltre chiaro che se oltre ad agire su queste regolazioni, si va a modificare l'altezza del mezzo per adattarla alla propria corporatura, questo può con ancora più disinvoltura adattarsi al corpo e calzare alla perfezione adattandosi perfettamente a tutte le misure che gli vengono richieste dall'utilizzatore.



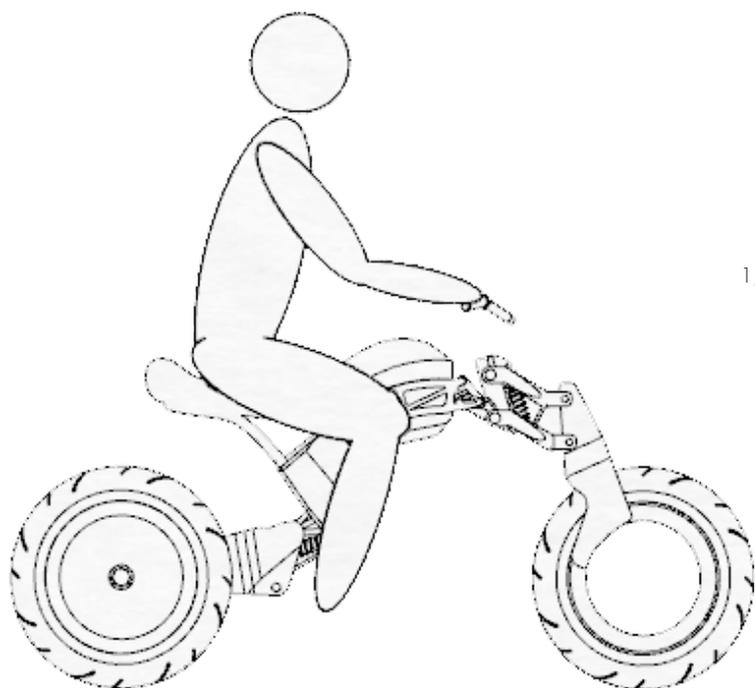
Definizione delle variabili antropometriche secondo la standard ISO 3411



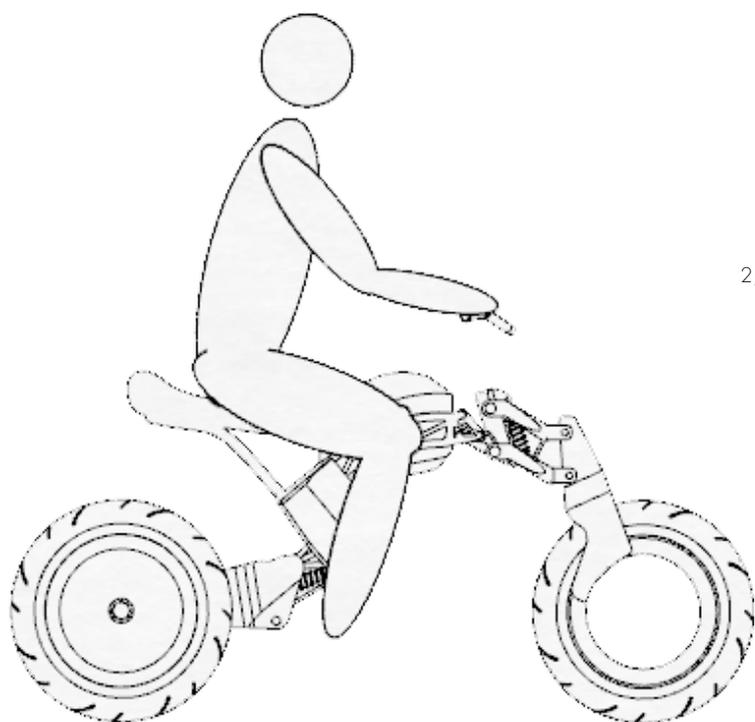
1,55m



1,65m



1,90m



2,00m

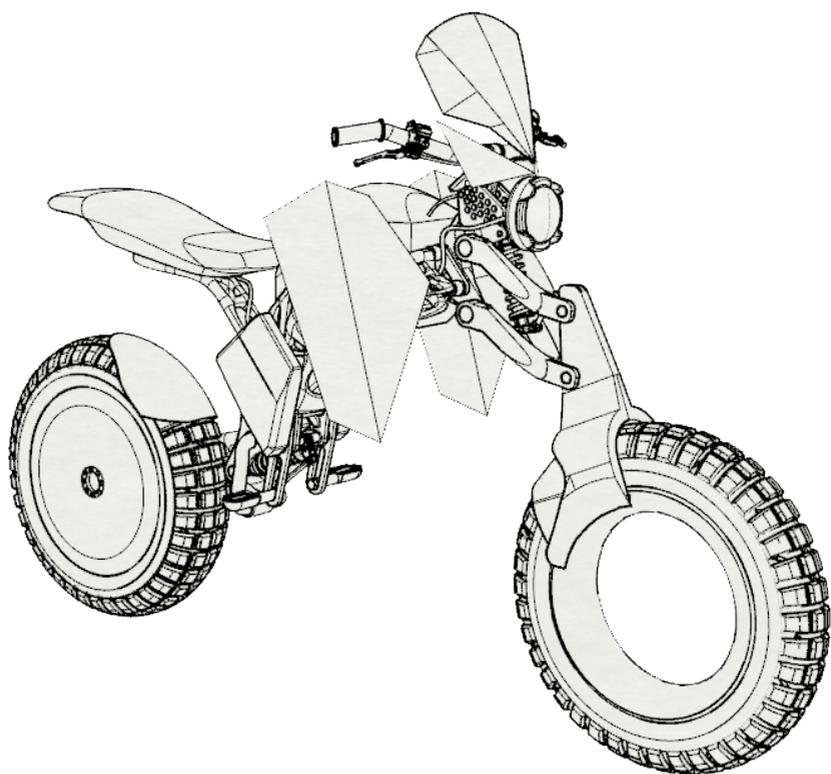
Per concludere.

Con questa versione finale del progetto si sono raggiunti gli obiettivi prefissati all'inizio, ovvero un sistema unico che permettesse senza modifiche strutturali e con un solo progetto alla base, di creare molti veicoli, diversi tra loro e con possibilità di creare quasi infinite configurazioni diverse tramite l'adattabilità delle sospensioni anteriori e posteriori, delle pedane, della sella, del manubrio e della possibilità di montare il telaio in due modi differenti.

In questo modo si è ripresa in un certo senso la singolarità del pianale automobilistico che si declina in una pluralità di veicoli.

Ma mentre nell'applicazione automobilistica troviamo il pianale come soggetto della progettazione da cui poi nascono tutti gli altri mezzi, in questo progetto al centro troviamo l'utente.

Ad esso viene infatti messa a disposizione una semplice base di partenza, un mezzo adattabile e configurabile a piacimento che



Versione da fuoristrada. Tra le personalizzazioni troviamo la maggior altezza delle sospensioni per una migliore mobilità su fondi accidentati. Le modifiche dell'assetto possono infatti adattarsi anche a motivi di guidabilità oltre che ad adattare la moto in base alla propria corporatura.

può completamente personalizzare a piacere sotto moltissimi aspetti.

Per raggiungere questo traguardo la semplicità dell'insieme rappresenta una componente fondamentale che permette all'utente non solo di acquistare il mezzo ed usarlo come accade di solito, ma di comprenderlo a fondo e farlo diventare ciò di cui egli ha realmente bisogno.

Per fare ciò ci si è affidati a tecnologie come la propulsione elettrica e la stampa 3D che hanno permesso di elaborare un progetto che fosse capace di interpretare al meglio queste esigenze e di rispondere a questi bisogni con la maggior semplicità possibile nella maniera più efficiente.

Bibliografia e sitografia.

- Alvin R. Tilley - Le misure dell'uomo e della donna
- Massimo Clarke - Manuale della moto
- Massimo Clarke - Motori a 2 tempi ad alte prestazioni
- http://materialdesign.it/it/post-it/l-antropometria-tra-arte-e-scienza-nuovi-scenari-nel-mondo-della-ricerca-scientifica-in-ergonomia-e-implicazioni-progettuali-nel-design-di-prodotto-_13_527.htm
- <https://www.porsche.com/italy/aboutporsche/christophorusmagazine/archive/366/articleoverview/article11/>
- http://motori.corriere.it/motori/antepri-me/cards/eco-sportiva-due-facce-range-rover/monoscocca-alluminio.shtml?refresh_ce-cp
- <https://www.drivek.it/pianale-mqb/54/>

-
- https://it.wikipedia.org/wiki/Segmenti_di_automobili_in_Europa
 - <http://www.motociclismo.it/evoluzione-del-telaio-nel-tempo-dallingombro-massimo-verso-la-totale-scomparsa-1-telaio-elemento-di-studio-moto-2498>
 - http://www.fedrotriple.it/storiatriumph_1951_1960.html
 - <http://www.retrovisore.it/norton-monocoque-f750/>
 - https://www.gazzetta.it/Passione-Motori/Moto/27-10-2015/yamaha-prova-moto-due-ruote-motrici-salone-tokyo-concept-elettrici-pes2-ped2-resonator-130677676745.shtml?refresh_ce-cp
 - http://mototribu.com/constructeur/kawasaki/2006/1400zrz/www.kawasaki-presse.info/Data/DP/ZZR1400_06/pages_it/c_monocoque.html

-
- <https://www.yamaha-motor.eu/designcafe/it/about-design/technology/index.aspx?segment=About%20Design%20-%20Technology&view=article&id=440984>
 - <https://www.yamaha-motor.eu/designcafe/it/about-design/technology/index.aspx?segment=About%20Design%20-%20Technology&view=article&id=442629>
 - <https://www.moto.it/news/john-britten-genio-passione.html>
 - <http://www.motociclismo.it/yamaha-wr-450-f-2-trac-1-dieta-integrale-moto-1638>
 - <http://motoappassionatipontini.blogspot.com/2013/03/moto-trazione-integrale-ora-anche-una.html>
 - <https://www.motospia.it/tuareg-900-rally-concept-alla-ricerca-della-moto-che-non-ce/>

-
- <https://www.motoclub-tingavert.it/t287245s.html>
 - <http://www.motociclismo.it/sospensioni-moto-soluzioni-alternative-forcella-capitolo-3-telelever-duolever-69133>
 - <http://www.motociclismo.it/elf-gp-e-endurance-1-introduzione-moto-1221>
 - <https://rideapart.com/articles/history-motorcycle-frames>
 - https://it.wikipedia.org/wiki/Push_rod
 - https://moto.infomotori.com/moto/altezza-della-sella-trucchi-consigli-e-modelli-per-stare-coi-piedi-per-terra_86246/

Studente
Giulio Galié

Relatore
Prof. Andrea Lupacchini

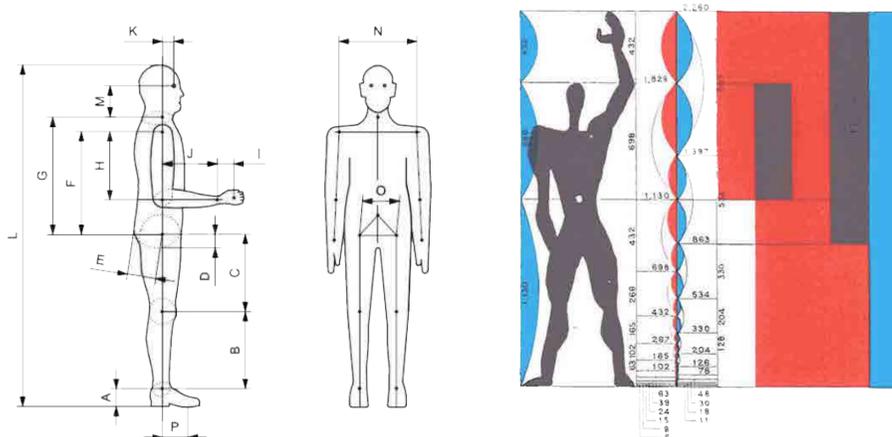
A.A. 2017 - 2018
Sessione di laurea 25 - 07 - 2018

MOTOVEICOLO ELETTRICO CONFIGURABILE REALIZZATO TRAMITE STAMPA 3D

Antropometria

Sono stati svolti studi sull'antropometria e sull'ergonomia non solo per avere un veicolo guidabile ed a misura d'uomo, ma soprattutto per riuscire nell'intento di creare un mezzo che davvero si adatti alle differenti dimensioni e proporzioni di persone con percentili anche molto diversi.

L'obiettivo è stato fin dall'inizio del progetto quello di creare una valida base di partenza, pienamente adattabile all'utente, che potesse modificarsi molto facilmente a seconda delle esigenze e dei gusti dell'utilizzatore finale. Al centro di questo progetto, infatti, non è il prodotto in sé, ma l'utente, che lo usa, lo configura e lo modifica a piacimento.



Autoproduzione

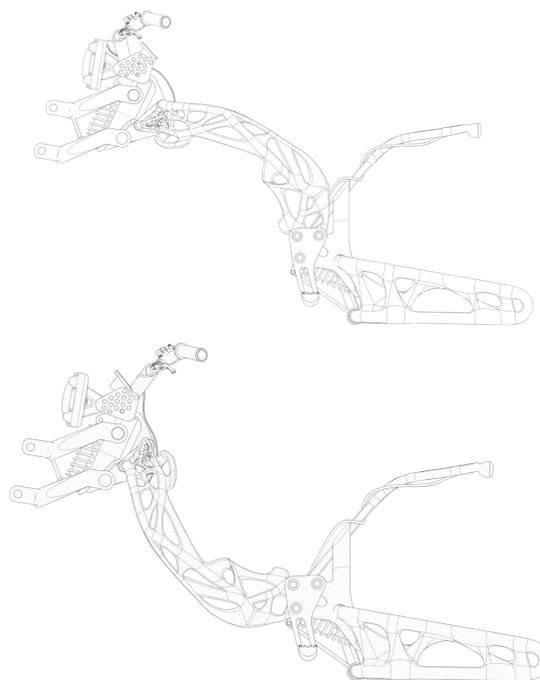
Per ottenere il massimo della configurabilità e della personalizzazione possibile, il telaio è stato progettato per essere realizzato tramite stampa 3D.

Questo permette di utilizzare forme e soluzioni tecniche irrealizzabili in altro modo oltre a consentire la produzione autonoma del sistema grazie alla vendita del file e non del prodotto. L'intero mezzo può essere spedito a casa in un pacco per le componenti e le strutture portanti stampate in un secondo momento.

Configurabilità

Per ottenere il massimo della personalizzazione si è progettato il telaio in modo che potesse essere utilizzato comodamente e con la massima efficienza anche in contesto urbano.

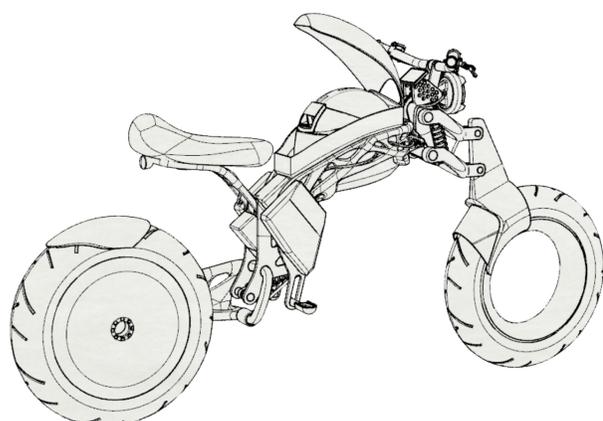
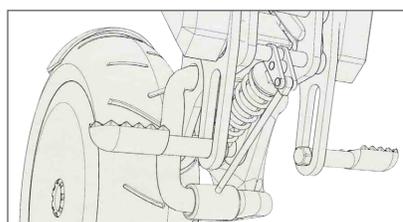
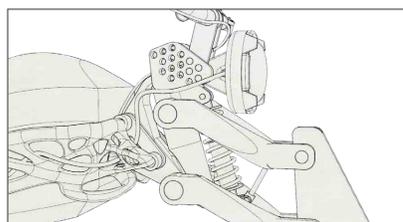
Per creare delle forme che consentissero la libertà e gli spazi vuoti di uno scooter, senza però scendere eccessivamente a compromessi con la guidabilità e rigidità, il telaio è stato ideato con una forma speculare in senso verticale che rende possibile l'ancoraggio ai sottotelai che reggono le sospensioni sia da dritto, andando a formare una moto e consentendo una buona guidabilità, sia al contrario, lasciando molto spazio sopra di esso per le gambe del conducente.



Personalizzazione

Per ottenere il massimo della configurabilità e della personalizzazione possibile, il telaio è stato progettato per essere realizzato tramite stampa 3D.

Questo permette di utilizzare forme e soluzioni tecniche irrealizzabili in altro modo oltre a consentire la produzione autonoma del sistema grazie alla vendita del file e non del prodotto. L'intero mezzo può essere spedito a casa in un pacco per le componenti e le strutture portanti stampate in un secondo momento.

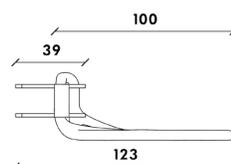
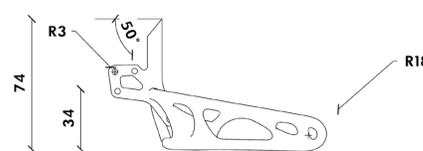
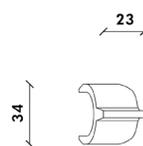
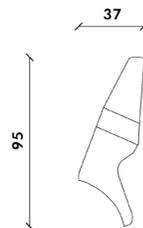
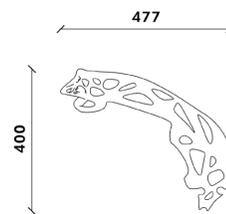
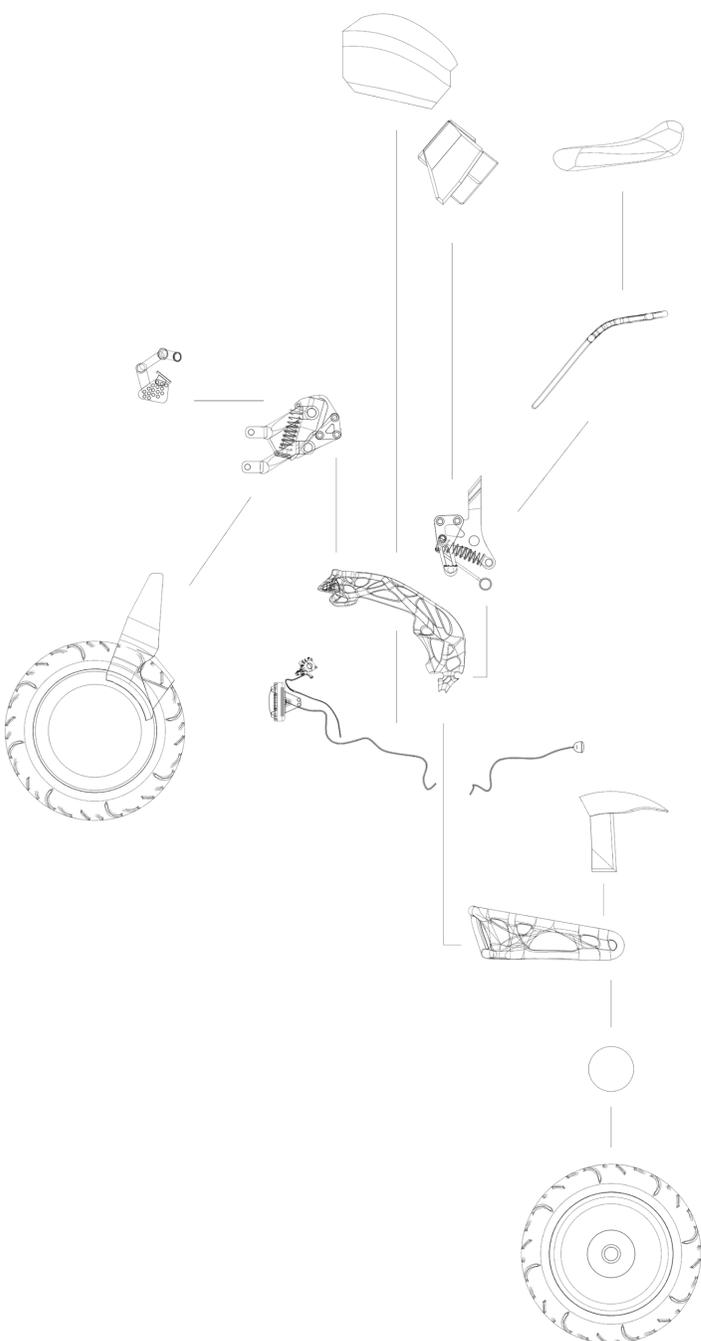
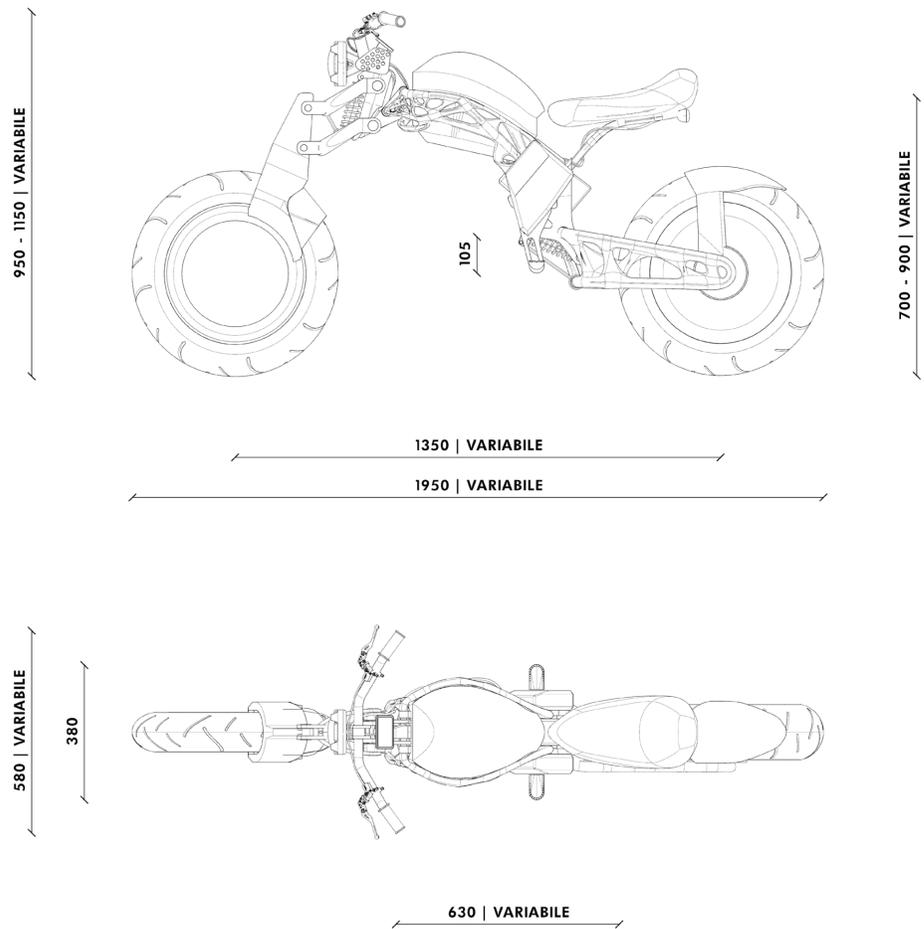


MOTOVEICOLO ELETTRICO CONFIGURABILE REALIZZATO TRAMITE STAMPA 3D

Scala 1:10 misure in mm

Moto

Quote di massima in millimetri dell'intera moto in versione base in ogni sua componente.
 Molte misure sono riportate come un intervallo: ciò è dovuto alla variabilità delle misure a causa dell'adattabilità del progetto.
 Infatti oltre all'altezza totale e a quella della seduta, adattando la moto alla propria corporatura e variando quindi l'altezza delle sospensioni, ne risulta modificata anche la misura dell'interasse e della lunghezza massima.



Telaio

Ingombri del solo telaio.
 Si nota come nella parte anteriore vada ad agganciarsi al sottotelaio che sorregge la sospensione, mentre nella parte inferiore bassa si unisce a sottotelaio posteriore che sorregge la sospensione posteriore e il forcellone.

Forcella

Forcella della sospensione anteriore.
 Nella parte superiore è fissata ai due triangoli del sistema sospensivo pull-rod mentre nella parte bassa si unisce con il cerchio anteriore.

Sottotelaio con forcellone

Sottotelaio posteriore con forcellone.
 Il sottotelaio si unisce con la parte inferiore del telaio e sorregge il telaio reggisella; inoltre su di esso si infulcrano il forcellone che sorregge la ruota. Tra i due è fissata la sospensione posteriore.

MOTOVEICOLO ELETTRICO CONFIGURABILE REALIZZATO TRAMITE STAMPA 3D

Configurazione Stradale

Configurazione di base stradale del progetto. Questo è l'allestimento di base senza nessuna modifica o accessorio montato. È la struttura di partenza da cui si procede alla configurazione ed alla personalizzazione in funzione della corporatura dell'utente, delle necessità e dei gusti personali.



Configurazione Scooter

Configurazione in versione scooter del progetto con alcuni accessori montati. Il telaio è montato al rovescio per garantire uno spazio adeguato alle gambe del conducente e sella, pedane e manubrio sono regolati di conseguenza per una postura del busto più eretta che nella configurazione moto. Tra gli accessori sono montati la sella biposto, il parabrezza agganciato alla piastra forata dello sterzo e le borse laterali.



Configurazione Turistica

Configurazione in versione turistica del progetto. Le sospensioni sono rialzate rispetto alla configurazione standard per garantire un miglior comfort di marcia anche su strade dissestate. Tutti gli altri parametri della postura (sella, pedane e manubrio) sono quindi regolati di conseguenza. Tra gli accessori sono montati il parabrezza e la sella biposto.

