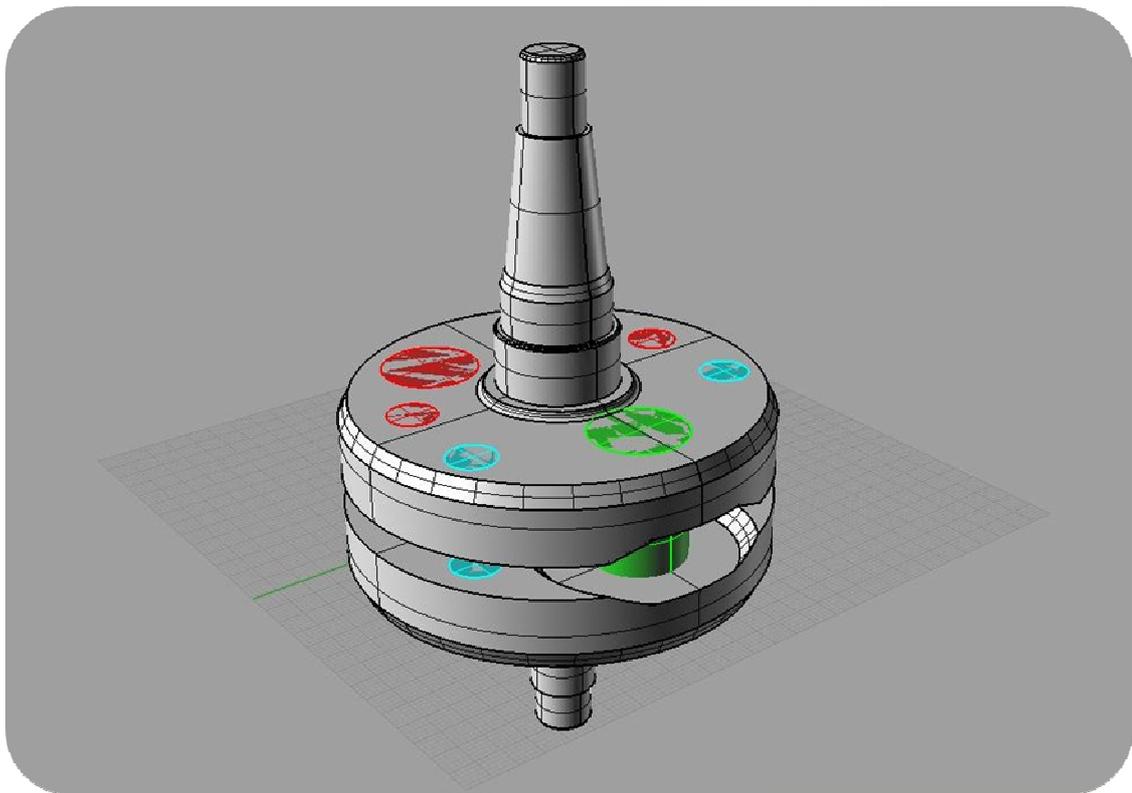


Tesi Maturità 2011

Studente: Giordan Michele

Classe: 5°BM

- Oggetto: Dimensionamento e progettazione di un albero motore vespa
- Scuola: ITIS "Silvio De Pretto", Schio(VI)



La vespa

Era il 1946, ed Enrico Piaggio, sentendo il ronzio del motore di quello che sarebbe divenuto lo scooter più famoso al mondo, ed ammirandone la carrozzeria, snella al centro e larga in coda, sentenziò: “pare una Vespa”. Così fu battezzata la più popolare motocicletta del dopoguerra, prodotta fino a oggi in 130 diversi modelli, e costruita in tutto il mondo in 16 milioni di esemplari.

Nelle pagine seguenti cercherò di raccontare il “mito Vespa” descrivendo anche il periodo storico contemporaneo alla nascita dello scooter.



Sicuramente ciò che mi ha spinto a svolgere la tesi sulla Vespa è la passione che ho sempre avuto per i motori. Infatti oltre alla storia dell'azienda Piaggio, ho approfondito maggiormente la parte di progettazione.

- Cosa significa ed a cosa è rivolta la modifica da me realizzata?

Questo progetto, nasce tempo fa, essendo interessato e coinvolto direttamente nelle gare di accelerazione Vespa sui 150 metri.



Il progetto comprende la progettazione dei due semialberi e asse che costituiscono la struttura di un albero motore per monocilindrico 2 tempi vespa, per sopperire alle mancanze dell'albero dell'epoca, in un motore rivoluzionato. Ovviamente questo va ad accompagnare altre modifiche che comprendono tutti gli elementi che vanno a formare questi motori, tirati allo spasimo, come cambi ex-novo, primarie, termiche e praticamente tutto quello che forma un propulsore di questo genere, ad eccezione dei carter che come struttura di partenza rimangono di derivazione vespa.

Il progetto risulta essere piuttosto complesso, specialmente per quanto riguarda la rilevazione di tutte le quote necessarie. Oltre al fatto di dover pensare modifiche che poi devono sottostare alle reali possibilità offerte da dei semicarterm che, sono realizzati per tutt'altro uso.

Il tipo di lavorazioni, la complessità delle stesse e l'accuratezza massima richiesta da esse, non ci ha permesso di realizzare un prototipo reale in officina. Per realizzare un componente del genere, conviene appoggiarsi ad una ditta specializzata in ciò (come può essere la primatist, www.primatistsrl.com).



Ecco una prospettiva di quello che può risultare il lavoro finito: (si tratta di un esemplare del tutto simile a quello da me realizzato, confrontato con una realizzazione per kart)



PS: prendo sempre a riferimento il mondo kart perché risulta essere quello più vicino a noi dove lo sviluppo del due tempi non si è mai fermato, e dove grazie a varie case (come la TM racing, seven) continua ad evolversi.

E' proprio una biella di loro produzione quella alla quale voglio affidarmi.

La nascita ed i protagonisti della storia vespa

Ufficio Brevetti di Firenze, 23 Aprile 1946, ore 12:00

La Piaggio deposita il seguente brevetto: "Motocicletta a complesso razionale di organi ed elementi con telaio con parafanghi e cofano ricoprenti tutta la parte meccanica". E' la nascita ufficiale della Vespa.

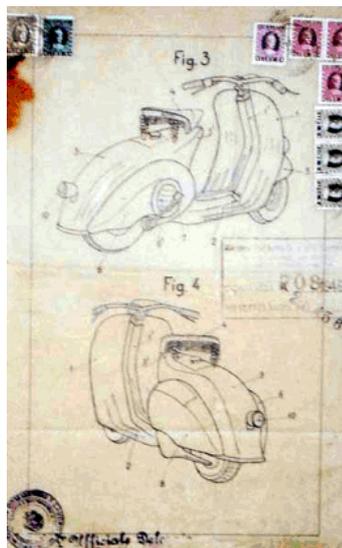
Anche se prima del secondo conflitto mondiale erano già stati costruiti altri scooter, cioè veicoli a due ruote di piccolo diametro, non c'è dubbio che solo con la Vespa lo scooter acquisti un'altra dimensione. Da notare i termini utilizzati nel comunicato ufficiale Piaggio. Innanzitutto si definisce volutamente il veicolo "motocicletta", proprio perché gli scooter prodotti in passato non avevano lasciato un ricordo



particolarmente positivo. Ma soprattutto si sottolinea come la meccanica sia totalmente coperta dai "cofani", con il chiaro intento di assimilare il nuovo mezzo più al mondo delle automobili che a quello delle motociclette. Non a caso il primo prototipo viene presentato proprio a un Salone dell'Automobile, nello stand della Lancia: è il novembre 1945. Enrico Piaggio cerca di associare la Vespa a un marchio importante, che può vantare un'ampia e consolidata rete distributiva. Ma il tentativo di appoggiarsi alla Lancia fallisce, così come i successivi presso la Moto Guzzi.

La Piaggio decide così di organizzare il lancio della Vespa per proprio conto. La presentazione ufficiale del primo modello di serie, la 98, avviene nel marzo del 1946 presso una sede prestigiosa quale il Golf Club di Roma, mentre il mese successivo il grande pubblico potrà ammirare la prima Vespa alla Fiera Campionaria di Milano: è l'inizio del mito.

La Piaggio forma una società dedicata esclusivamente alla distribuzione del nuovo scooter con la "S.A.R.P.I.", Società Agenzie Rappresentanze Prodotti Industriali, e da qui avrà inizio ufficialmente la commercializzazione della Vespa.



Piaggio, non solo vespa

Molti appassionati sono così abituati a far coincidere il marchio di fabbrica Piaggio con quello della Vespa tanto da ritenere che siano nati contemporaneamente. In realtà, quando nasce la Vespa la Piaggio ha già compiuto esattamente sessant'anni. La società prende il nome da Rinaldo Piaggio, che nasce a Genova il 15 luglio 1864. A soli vent'anni avvia un'attività artigianale, aprendo una falegnameria a Sestri Ponente. Le commesse si fanno via via sempre più importanti grazie all'abilità degli artigiani e Rinaldo si specializza in arredamenti navali, con numerose ordinazioni dell'estero.

Nel 1901 lo stabilimento cresce di dimensioni e alla lavorazione del legno si affianca quello delle lamiere, consentendo la costruzione di carrozze ferroviarie. A questo segue la produzione di tram e funicolari. Durante la prima guerra mondiale la Piaggio costruisce motoscafi antisommergibili ma comincia a dedicare le sue risorse anche agli aerei, dapprima nella riparazione dei motori e poi nella realizzazione completa. Alla fine del conflitto la Piaggio costruisce un modernissimo aereo da caccia, il P2 e nel 1928 inaugura un centro sperimentale per gli studi aerodinamici (in galleria del vento) e di idrodinamica (in vasca). Nasce in questi anni il P7, raffinato idrovolante ad elica marina ed elica aerea. Durante gli anni Trenta i motori Piaggio conquistarono ben ventuno primati mondiali in campo aeronautico, mentre continua lo sviluppo dell'attività nella costruzione di carrozze ferroviarie. Nel 1938 muore il fondatore Rinaldo Piaggio, e a lui succede il figlio Enrico. Durante la seconda guerra mondiale lo stabilimento di Pontedera viene bombardato, ma è proprio da queste macerie che prenderà il via la produzione di quello scooter che verrà chiamato Vespa.

La Piaggio in mare

Sono svariate decine le navi e i piroscafi che sono stati allestiti con gli arredamenti realizzati presso la Piaggio da maestranze dotate di notevole qualificazione professionale; per precisione sono 63 i natanti, grandi e piccoli, che hanno preso il mare dopo essere stati oggetto delle cure dei carpentieri e degli ebanisti della Piaggio. Tra i nomi più importanti si segnalano: gli eleganti piroscafi passeggeri Cristoforo Colombo, Marco Polo, Galileo Galilei...

L'esecuzione degli arredamenti risulta tanto raffinata da far conquistare alla Piaggio premi e benemerenze in occasione delle varie esposizioni internazionali che all'epoca costituivano una sorta di vetrina dei vari Paesi partecipanti per le attività industriali e dell'alto artigianato: a Genova nel 1882, a Parigi nel 1889 e a Torino nel 1911. Rispetto alla segheria di legname fondata dal padre Enrico, la società di Rinaldo Piaggio compie un'enorme processo espansivo e diviene famosa come sede dei più qualificati ebanisti di quest'anni.



La Piaggio su rotaia

All'inizio del secolo il settore ferroviario denuncia una forte crescita, con la rete italiana in continua espansione. La tipologia delle carrozze ferroviarie costruite dalla Piaggio spazia su tutte le tipologie: dai raffinati vagoni di lusso alle più spartane carrozze di III classe, dai vagoni postali a quelli per il trasporto merci. Del 1924 è l'allestimento del convoglio realizzato per il Re, la Regina madre e il principe ereditario, una commessa che all'epoca raggiunse il valore complessivo di 6 milioni di lire.

A partire dal 1937 la Piaggio acquisisce dall'americana Budd di Philadelphia la licenza per la costruzione di vagoni a cassa interamente in acciaio inossidabile saldato con nuove procedure industriali; nasce così una serie di sofisticate elettromotrici e carrozze passeggeri costruite secondo questo brevetto, che consente di proporre una nuova generazione di convogli ferroviari innovativi e leggeri.

L'impiego dell'acciaio inossidabile garantisce una elevata durata del materiale rotabile nel tempo senza alcuna necessità di manutenzione o di riverniciatura in occasione delle revisioni periodiche. Una elettromotrice costruita secondo le nuove procedure, la MC2 delle Ferrovie Calabro-Lucane, è oggi esposta proprio all'ingresso del Museo Piaggio di Pontedera.

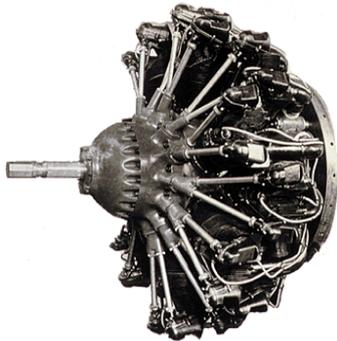


La Piaggio automobile

Dopo aver spaziato in tutti i settori dei trasporti, è naturale che alla Piaggio si cominciasse a pensare anche all'automobile (la FIAT viene fondata nel luglio del 1899). Rinaldo Piaggio si mette in contatto con Mario Tolomei, che a Firenze rappresenta la De Dion Bouton e i Motori Jupiter tramite la sua Società Italiana Costruzione Automobili. L'accordo prevede la costruzione dei telai nello stabilimento di Pontedera insieme alla fabbricazione su licenza dei motori Jupiter. Ma alla fine non si concluse la trattativa e di automobili non se ne riparlerà più alla Piaggio, almeno fino alla Vespa 400 del 1957.



La Piaggio in volo



Se all'inizio del '900 i treni risultavano per il pubblico un settore innovativo, con gli aerei si parla addirittura di nuova frontiera. L'attività aeronautica si avvicina quando Rinaldo Piaggio rileva nel 1920 le Officine Aeronautiche di Francesco Oneto, con sede a Pisa. La società viene costituita con un capitale sociale di 10 milioni di lire.

Nel 1923 Rinaldo Piaggio cerca di strappare alla società aeronautica Pegna-Bonmartini, il grande progettista Giovanni Pegna. Davanti al netto rifiuto di Bonmartini, che non ha alcuna intenzione di vedersi porta via un tecnico di così alto valore, Rinaldo Piaggio avanza un'offerta alla quale non si può opporre un rifiuto: compra l'intera azienda pegna-bonmartini per l'esorbitante somma di 1.700.000 lire. La società si rafforza con l'acquisizione della Costruzioni Meccaniche Nazionali; parte da qui la produzione dei motori stellari. Il più celebre resta il P XII RC con una doppia stella per un totale di ben 18 cilindri e potenza massima di 1750CV: è il più potente motore a pistoni mai realizzato in Italia.

E' del 1938 un quadrimotore da bombardamento particolarmente avanzato: il P 108. Tra le innovazioni che lo rendono particolarmente sofisticato si segnalano i comandi a distanza delle mitragliatrici poste sulle varie torrette di bordo.

Nell'immediato dopoguerra prende vita il P 148, progettato da D'Ascanio e Casiraghi, un aereo da addestramento primario e per il volo acrobatico realizzato nel 1951. I primi 70 esemplari vengono forniti alla Aeronautica Militare. Due anni dopo viene allestita una versione a 5 posti con carrello triciclo siglata P 149. Un esemplare di P 148 è esposto sul piazzale di ingresso del Museo Piaggio di Pontedera.

Si è letto qualche volta che Enrico Piaggio ebbe l'idea di utilizzare una partita di motorini di avviamento per motori d'aeroplano rimasti inutilizzati in magazzino, con la collaborazione dell'ingegner D'Ascanio.

Ma si tratta soltanto di una leggenda senza alcun fondamento di verità. E' vero invece che i motori ausiliari usati per i generatori e compressori per l'avviamento degli aerei avevano in comune con il motore di quella che sarebbe diventata la Vespa 98 il pistone e la biella, ma il basamento del gruppo motore era un pezzo unico, indivisibile.



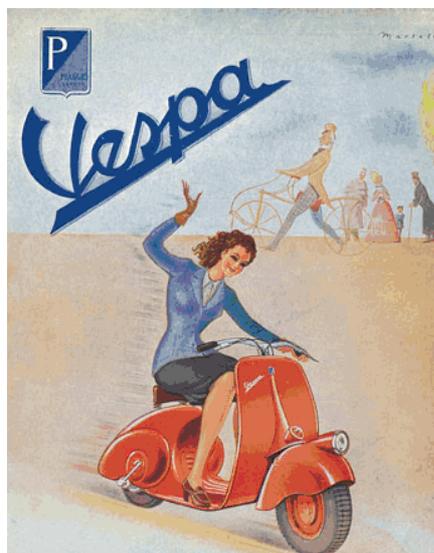
La Piaggio e le pentole da cucina

Nel 1943 gli stabilimenti di Pontedera e Pisa vengono completamente rasi al suolo dai bombardamenti. Tempestivamente viene salvata una sola parte delle 2100 macchine utensili utilizzate per la costruzione degli aerei. Ed è proprio grazie a questi macchinari che nel 1945 si è pronti ad iniziare un nuovo ciclo produttivo; gli ex-soldati al ritorno dalla guerra si trovano ai cancelli pronti per ricominciare. Ma per produrre cosa? Sta ad Enrico Piaggio prendere questa grande responsabilità. La prima idea che viene in mente è quella delle... pentole! Se la Piaggio avesse davvero avviato una produzione di batterie da cucina, la Vespa non sarebbe mai esistita. Ma per fortuna Enrico Piaggio ha una immagine aziendale da difendere e lo stabilimento non poteva certo perdere di prestigio con le pentole. Forse, se invece avessero pensato a un veicolo di caratteristiche utilitarie e di grande diffusione...

Nasce la Vespa

Il desiderio di ricostruzione è fortissimo, ma le difficoltà da superare sono immani, e nel mondo del lavoro si sentono i morsi della disoccupazione e dell'inflazione; anche la Piaggio si trova in forti difficoltà. I bombardamenti aerei hanno distrutto buona parte degli stabilimenti, sia in Liguria sia in Toscana. A Pontedera (7.000 dipendenti, 70.000 mq coperti) i danni maggiori si rilevano alle fonderie, ai magazzini e al reparto spedizioni; le officine meccaniche sono praticamente distrutte. In proporzione i danni risultano molto minori negli uffici e alla direzione aziendale. Dal 1943 gli operai del gruppo Piaggio sono ridotti da 12.000 a 2.000, gli impiegati da 2.000 a 300. A Pontedera sono rimasti 30 impiegati e 60 operai.

La svolta chiave è quella che impone la riconversione della produzione bellica in civile; essa rappresentava il principale problema per le aziende che si erano fortemente impegnate nella produzione bellica. In un paese ormai privo di un'efficace sistema di trasporto pubblico, quello individuale a basso costo assume una primaria importanza. La bicicletta non è proponibile sulle lunghe distanze, l'automobile è assolutamente inaccessibile, la motocicletta è troppo sportiva. Ci vorrebbe...la Vespa!



Dalla ricostruzione alla rinascita

Alla fine della Seconda Guerra Mondiale l'Italia era un Paese pieno di cicatrici, ridotto allo stremo. La produzione agricola risultava dimezzata rispetto al 1938, quella industriale era scesa addirittura a meno di un terzo, le strade e le ferrovie erano interrotte in più punti.

Oltre un terzo delle abitazioni private erano distrutte o sinistrate. Di molti edifici pubblici non restavano che i ruderi e numerosi erano gli stabilimenti sventrati dai bombardamenti. Nelle città si faceva la fila per rifornirsi dei viveri distribuiti dagli spacci dell'UNRRA, un organismo delle Nazioni Unite teso a soccorrere le popolazioni dei Paesi liberati, finanziato per larga parte dal Governo americano.



Quel po' che giungeva dalle campagne finiva sovente nelle mani di incettatori che praticavano la borsa nera, il commercio clandestino dei generi di prima necessità a prezzi esorbitanti.

Le casse dello Stato erano presso che vuote!

Il potere della Lira sempre minore e la vertiginosa crescita dell'inflazione determinarono inevitabilmente una riduzione del potere d'acquisto dei salari. Al Nord le fabbriche stentavano a riprendere l'attività: mancavano materie prime e combustibili, scarseggiava l'energia elettrica e non vi era denaro per riorganizzare completamente gli impianti.

Al Sud gli agrari si opponevano alla distribuzione ai contadini di una parte dei latifondi incolti. Per reazione i braccianti continuavano ad occupare le

terre per affrancarsi dalla miseria e dall'asservimento.

Determinante per la rinascita dell'economia italiana risulteranno le scelte compiute dai successivi governi ma soprattutto gli aiuti americani conosciuti con il nome di Piano Marshall: un programma di sostegno economico all'Europa che assunse ben presto caratteristiche profondamente diverse dagli aiuti di emergenza. Il suo obiettivo, infatti, non era soltanto quello di rimettere in moto le economie europee e di riequilibrare la loro situazione finanziaria, ma, più ambiziosamente, di offrire un progetto globale per la ricostruzione dell'Europa, che, nelle intenzioni degli Stati Uniti d'America, avrebbe dovuto costituire un valido supporto nel contenimento dell'infiltrazione sovietica.

Nel 1951 il reddito pro capite ed il prodotto interno lordo erano cresciuti, in valori costanti, del 10 per cento rispetto al 1941. La ricostruzione del Paese s'era presso che conclusa ed in tempi più rapidi del previsto.



Essenziale per rimuovere le macerie e tornare alla normalità era stata anche "l'arte dell'arrangiarsi" in cui un po' tutti finirono per eccellere, manifestando una volontà collettiva di riscatto e l'aspirazione a voler costruire una nuova realtà civile e sociale. Si apriva ora per l'Italia una nuova fase: quella di un'economia aperta e competitiva.

All'inizio degli anni cinquanta gran parte delle ferite provocate dalla guerra si erano rimarginate; l'agricoltura rappresentava ancora l'asse portante della nostra

economia ma nemmeno cinque anni dopo l'Italia dava già l'impressione di essere un Paese in via di profondo cambiamento. A simboleggiare questa svolta fu l'inizio della motorizzazione di massa.

Nel marzo del 1955 uscì dalla catena di montaggio della Fiat la '600', un'utilitaria a quattro posti, immessa sul mercato ad un prezzo contenuto e pagabile a rate.

Qualche mese dopo si festeggiò, alla Piaggio, la comparsa del milionesimo esemplare della Vespa, che, con la Lambretta, prodotta dalla Innocenti, aveva segnato nel dopoguerra il passaggio degli italiani dalla bicicletta allo scooter.

In quello stesso anno venne presentato dal Governo un piano decennale di costruzioni autostradali con lo scopo di intensificare gli scambi fra le diverse parti della penisola e di ampliare le dimensioni del mercato interno. La diffusione della quattro ruote mutò progressivamente lo stile di vita degli italiani ed imprese fin da subito, per i suoi molteplici effetti indotti, nuove cadenze alla vita economica.

Altrettanto importanti furono i cambiamenti prodotti dall'avvento di una serie di beni di consumo durevoli, tra i quali il frigorifero, la lavatrice ed un numero sempre crescente di impianti elettrici e a gas per la cucina ed il riscaldamento. In quasi tutti i settori l'economia italiana innestò una marcia più alta, riuscendo a ridurre i suoi divari di partenza con Inghilterra, Germania e Francia, e sopravanzare Paesi come Belgio ed Olanda che l'avevano preceduta fino ad allora. Nessuno avrebbe potuto lontanamente immaginare questa eccezionale espansione economica, tanto più in uno spazio così breve di tempo.

Numerosi furono i fattori che resero possibile quello che venne definito il miracolo economico: innanzitutto, l'esistenza di un abbondante serbatoio di manodopera permise alle imprese di contenere la dinamica salariale e di far leva su costi di produzione relativamente più bassi che in altri paesi occidentali.

Non secondaria, l'adozione da parte delle grandi industrie di alcune tecnologie già collaudate nei paesi più avanzati, elevò rapidamente gli indici di produttività. Inoltre il trend relativamente costante dei prezzi delle materie prime si rivelò essenziale per un Paese come l'Italia, privo di consistenti risorse minerarie.

Altrettanto preziosa fu l'utilizzazione di nuove fonti energetiche, come quelle scaturite dalla valorizzazione del metano e dalla diffusione di centrali termoelettriche, infine, ma non per ultimo, il livello relativamente basso dei tassi d'interesse e di conseguenza del costo del denaro, diede impulso agli investimenti.

E ciò, in virtù di un crescente volume di depositi bancari e della stabilità monetaria garantita dalla severa azione di vigilanza della Banca d'Italia.

In questo contesto vorremmo segnalare l'Oscar conferito nel 1960 alla Lira Italiana come una delle più salde monete europee.

L'ingresso dal 1958 nel Mercato Comune Europeo stava premiando le nostre esportazioni: ogni anno esse aumentavano mediamente di oltre il 16 per cento. Non si trattava più, come in passato, di prodotti agricoli e semilavorati, ma per lo più di prodotti italiani finiti.

Il segreto del successo stava nella combinazione fra capitalismo pubblico e capitalismo privato che si integravano a vicenda: il primo in quanto si occupava soprattutto dei settori di base, il secondo in quanto operava per lo più nel comparto dei beni di consumo.

Da segnalare, in materia di rapporti di lavoro, l'accordo siglato tra la Confindustria e le associazioni sindacali che introdusse il meccanismo della scala mobile per adeguare i salari al costo della vita.

Tutti questi fattori si tradussero in un aumento dei salari dell' 80 per cento e in un azzeramento della disoccupazione. I salari offerti erano talmente alti che superavano quelli corrisposti in Germania, e questo incoraggiò, in certa misura, il ritorno degli emigrati.

Si assistette in quel periodo allo spettacolo paradossale degli imprenditori italiani che inviavano i loro incaricati alle stazioni ferroviarie perchè accogliessero ed ingaggiassero gli operai rientranti, necessari alle loro fabbriche. Mai prima di allora nella sua storia nazionale l'Italia aveva conosciuto un così intenso processo di sviluppo. L'Italia era approdata allo stadio di una moderna società industriale.

Cinema e musica

Ci sono film degli anni Cinquanta e Sessanta nei quali la Vespa appare continuamente nello scenario urbano tipico di quegli anni. Ma vi sono anche film nei quali la Vespa è protagonista quasi quanto gli attori principali. Ne è un notissimo esempio *Vacanze Romane* (regia di William Wyler) del 1953 con Gregory Peck e Audrey Hepburn a spasso per Roma in Vespa.



Non è solo il cinema a sottolineare la fama raggiunta dalla Vespa. la popolarità si manifesta anche nella citazione in brani di musica leggera e persino nei libri, molti dei quali esibiscono addirittura nel titolo il nome Vespa.

Oltre i confini

La Vespa riscuote successo non solo in Italia. Anche all'estero lo scooter diventa un veicolo molto popolare e con un larghissimo seguito, soprattutto in Europa. Molti costruttori cercano di contrastare Pontedera sui propri mercati proponendo modelli dalle forme più varie, ma senza successo. Nonostante i produttori si chiamino BSA o Triumph (in Inghilterra), Peugeot o Motobecane (in Francia), NSU o Zundapp (in Germania), non ce n'è uno che riesca a presentare uno scooter valido quanto il modello italiano.

In numerosi Paesi si passa allora alla produzione della stessa Vespa, costruita su licenza. In Francia nasce la ACMA, che dalle sue linee di montaggio nello stabilimento di Fourchambault fa uscire non solo i modelli di serie ma persino una versione dedicata agli impieghi militari con tanto di cannone senza rinculo incorporato.

Più tradizionale è la Vespa prodotta in Germania, prima dalla Hoffman e poi dalla Messerschmitt, così come quella realizzata in Inghilterra dalla Douglas. Rispetto ai modelli originali, le varianti riguardano in generale pochi componenti, tra i quali il fanale anteriore, che deve adeguarsi a quanto prescritto dalle normative locali. La grande eccezione è costituita dalla russa Viatka, copiata senza tanti complimenti... e senza alcuna licenza.

Beyond the borders

The Vespa success not only in Italy. Even abroad the scooter becomes a very popular vehicle with a great had following, particularly in Europe. Many manufacturers try to Pontedera on their markets by offering models, but without any success. Although manufacturers named Triumph or BSA (in England), Motobecane and Peugeot (France), or Zundapp NSU (Germany) sought take a valid model of moped, they can't. So in a lot of European countries the production of "Vespa" built under licence, began. In France was born ACMA that in its assembly lives of Forchambault made not only the series models but even a version dedicated to the military employments.

More traditional, in the same way the one produced in England by Douglas. The Vespa produced in German first by Hoffman e then by Messerschmitt. Compared the original models, the variations generally are about a few components, including the headlight, which must be adapted to what is required by local regulations. The big exception is the Russian Viatka copied without many compliments ... and without a license!!

Introduzione alla parte tecnica

L'albero motore vespa da me progettato nasce dall'esigenza di sostituire l'originario. Questo perché con il notevole aumento della potenza erogata dal motore stesso, il vecchio albero piaggio non può e non è adatto per sopportare a certe sollecitazioni. Si parla, nel motore da me preso in esame, di passare dagli 1.5 CV che eroga in origine, a circa 36 CV, con un imbarazzante aumento della coppia erogata. Scontato dire che si tratta di un 2 tempi.

Veniamo però ai dati tecnici che presenta il motore in questione: Termica completa Quattrini M1-R

- Cilindrata 125,6 cc
- Alesaggio 56 mm
- Corsa 51 mm
- Rapporto di compressione geometrico circa 13:1



Dati rilevati al banco prova inerziale Fuchs:

- Coppia massima 2,3 mkg a 10680 giri/minuto
- Potenza massima rilevata all'albero motore di 36,1 CV a 11408 giri/min
- Curva risultante:



Come si può notare dalla foto, le termiche attuali hanno notevolmente condizionato il concetto di vespa, che per molti rappresenta un veicolo con molto fascino ma con prestazioni molto limitate. Si è arrivato a far erogare a questi motori potenze impensabili, pur mantenendo, anche esternamente un minimo di concetto vespa. Come si può vedere la modifica più vistosa è quella all'aspirazione. Il motore vespa, in origine, presenta un' alimentazione al carter, tramite un sistema che funziona in maniera simile all'ammissione a disco rotante, anche se in questo caso, la fasatura d'aspirazione non è determinata da un intaglio presente su un disco, ma bensì questo intaglio è ricavato direttamente nell semialbero lato trasmissione.



Nel mio caso invece, l'aspirazione è stata spostata e ricavata direttamente sulla termica. L'immissione viene ora controllata da un sistema di lamelle, chiamata appunto aspirazione lamellare.

Questa soluzione rappresenta la soluzione più efficiente e semplice per eliminare i limiti presenti su un'aspirazione, quella originale, che risulta sottodimensionata per l'utilizzo che mi propongo di fare. Ovviamente il condotto originale va chiuso, esternamente tramite una piastra avvitata sui due fori originali del colettore d'ammissione, ed internamente alla camera di manovella tramite riporto di saldatura/stucco metallico e successivamente eliminando gli eccessi tramite barenatura. E' necessario prestare attenzione per effettuare questa operazione. I carter vespa, già così come sono presentano poco materiale attorno alla camera, e barenando alle misure da me richieste, si rischia di "forare" in più punti, specialmente in corrispondenza della fresatura dell'alberino primario del cambio (visibile nella 1a foto, in alto a destra). E' quindi consigliabile riportare materiale prima di barenare, tramite stucco metallico. Evitare di saldare in quella zona per evitare deformazioni del complesso.

A questo punto l'originaria feritoia presente sull'albero risulta del tutto inutile e controproducente. Di conseguenza ecco il motivo per il quale viene scelto di realizzare un albero ex-novo a semialberi pieni, come già utilizzato sui 2 tempi più comuni.



Questa risulta essere la differenza più vistosa. Oltre a questo, l'albero da me realizzato, risulta essere 3 mm più largo, ed avere la sede cuscinetto e paraolio invertite lato trasmissione. Originariamente infatti è presente, guardando dall'interno, paraolio, seiger, e cuscinetto. Nel mio caso ho invertito paraolio e cuscinetto, eliminando il seiger, che non risulta più essere necessario utilizzando una trasmissione primaria a denti dritti e non più elicoidali (che generavano quindi delle spinte assiali, e di conseguenza ciò rendeva necessario bloccare il cuscinetto all'interno della sede, da una parte con una battuta e dall'altra con appunto il seiger).



Con questo tipo di modifica, utilizzo un paraolio diverso, che troverà nuova sede su di un supporto che verrà inserito per primo nei carter (e che quindi andrà a battuta dove prima trovava posto il cuscinetto). Il nuovo cuscinetto, SKF 6005 C3 etn 9 andrà così inserito per secondo ed andrà a battuta sul supporto stesso. Così facendo riesco ad ottenere due semialberi che risultano essere simmetrici fino alla sede paraolio, riuscendo anche ad attenuare le variazioni di diametro, e rendendo il perno, nel complesso, molto più robusto. Come dicevo in precedenza, le spalle dell'albero risultano essere di dimensioni maggiori rispetto all'originale. Per questo si necessita di barenare sia in larghezza sia in diametro la camera di manovella.

Come obiettivo mi sono posto l'arrivare ad un buon compromesso. Questo perché salvo modifiche molto più impegnative, come spessorare tra i due semicarter, non si potrà mai raggiungere una larghezza equiparabile ad un normale albero da kart (oltre 50 mm, rispetto ai 38 che riesco a raggiungere io). Il secondo proposito è aumentare, per quanto possibile il peso, e quindi incrementare la massa inerziale dell'albero, per renderla compatibile all'utilizzo di accensioni moderne dotate di rotori molto leggeri. L'albero originale è per sua natura molto leggero, e non risulta adatto. Nella foto possiamo vedere un confronto dell'accensione originale a puntine (rotore esterno), e quella che intendo utilizzare, ovvero PVL elettronica a rotore interno.



Ovviamente, mantenendo il raffreddamento ad aria forzata, andrà realizzata una flangia su cui verrà avvitata una ventola di raffreddamento in plastica ed infine il tutto verrà avvitato al rotore.

Dimensionamento

- *Calcolo del bottone di manovella:*

$$\text{Area stantuffo} = r^2 * \pi = (56/2)^2 * \pi = 2463 \text{ mm}^2$$

P_{\max} = Per motori 2 tempi ad alte prestazioni, si assuma un valore compreso tra 0,7 – 1 Mpa.

- Assumo, come condizione più sfavorevole, 1 Mpa.

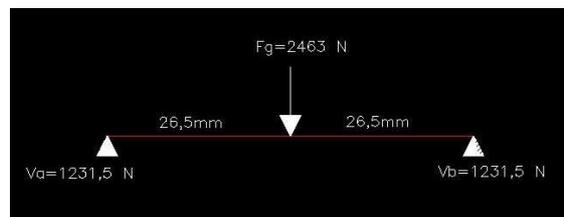
$$F_g = P_{\max} * \text{Area} = 1\text{Mpa} * 2463\text{mm}^2 = 2463 \text{ [N]}$$

- Calcolo delle reazioni vincolari (V):

$$V_a = V_b$$

$$V_a = 1231,5 \text{ [N]}$$

$$V_b = 1231,5 \text{ [N]}$$



- Calcolo del momento torcente massimo:

$$P = 36,1 \text{ Cv} = 36,1 * 0,7354 = 26,55 \text{ Kw} = 26550 \text{ w.}$$

$$\Omega = (2 * \pi * n^\circ \text{ giri})/60 = (2 * \pi * 11408)/60 = 1195 \text{ rad/s.}$$

$$M_{t_{\max}} = P/\omega = 26550\text{w}/1195\text{rad/s} = 21750 \text{ N} * \text{mm.}$$

- Calcolo dello sforzo tangenziale generato dalla coppia di ruote dentate:

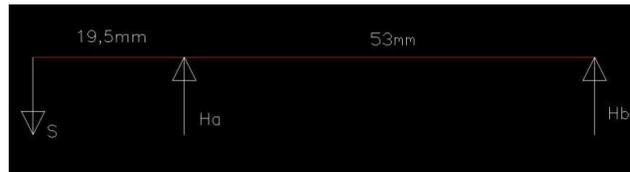
Diametro primitivo pignone = 40 mm

$$\text{Sforzo tangenziale } S = (M_{t_{\max}} * 2)/(D_p * \cos \alpha) = 1158 \text{ [N]}$$

- Calcolo delle reazioni vincolari (H):

$$H_a = 1584 \text{ [N]}$$

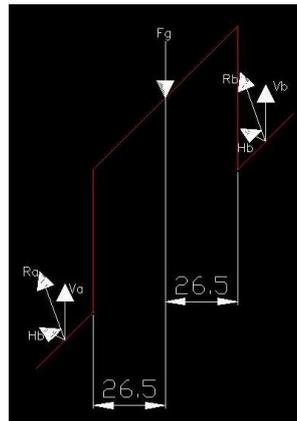
$$H_b = 426 \text{ [N]}$$



- Calcolo delle risultanti (R):

$$R_a = \sqrt{H_a^2 + V_a^2} = 2006,5 \text{ [N]}$$

$$R_b = \sqrt{H_b^2 + V_b^2} = 1303,1 \text{ [N]}$$



- Calcolo del M_f e M_t necessari per determinare il M_{Fid} :

$$M_f = R_b * 26,5 = 1303,1 * 26,5 = 34532,15 \text{ N * mm.}$$

$$M_t = H_b * 25,5 = 10863 \text{ N * mm.}$$

$$M_{Fid} = \sqrt{34532,15^2 + 0,75(10863^2)} = 35800 \text{ N * mm.}$$

- Diametro bottone di manovella (d):

$$R_m = \text{Assumo per materiale 18NiCrMo5} = 1200 \text{ N/mm}^2$$

$$G_r = 5$$

Per esperienza, tenendo conto del materiale (18NiCrMo5) e delle sollecitazioni elevate, considero con l'aiuto della formula:

$$\delta_{amm} = (1/3) * (R_m/G_r) = (1/3) * (1200/5) = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{32 * M_{Fid}}{\pi * \delta_{amm}}} = \sqrt{\frac{32 * 35800}{\pi * 80}} = 16,68 \text{ mm} = \text{Assumo } \phi 20 \text{ mm.}$$

Per l'eventualità in cui possa rendersi necessario (a fini di bilanciatura) utilizzare un bottone forato da 6 – 8 mm, verifico che rientri nei calcoli precedentemente eseguiti:

$$\sigma_{max} = (M_{Fid} / W_f) < \sigma_{amm}$$

$$D_e = 20 \text{ mm}$$

$$D_i = 8 \text{ mm}$$

$$W_f = (\pi/32) * ((D_e^4 - D_i^4) / D_e) = 765,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{max} = (35800/765,5) = 46,76 \leq 80 \text{ Verifica OK}$$

Di conseguenza, adottando un eventuale foro da 6 (da scegliere e valutare in sede di equilibratura) risulta verificato ampiamente.

- *Calcolo dei perni di banco:*

A = perno d'estremità

B = perno intermedio

Il massimo Momento torcente è presente ad un angolo di manovella di 45°.

$$\text{Cos}45^\circ = \text{Sen}45^\circ = 0.707.$$

$$F \text{ agente sulla manovella} = F_m = 0,707 * 1 * 2463 = 1741,6 \text{ [N]}$$

$$M_t = 0.5 * 1 * 2463 * 25,5 = 31405 \text{ N * mm.}$$

- Calcolo reazioni vincolari (V):

$$V_a = V_b = 1741,6/2$$

$$V_a = 871 \text{ [N]}$$

$$V_b = 871 \text{ [N]}$$

- Calcolo reazioni vincolari (H):

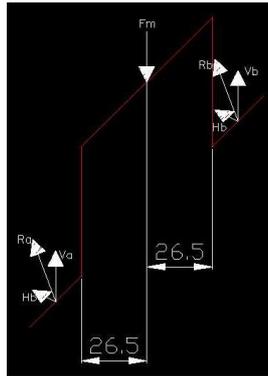
$$H_a = 1584 \text{ [N]}$$

$$H_b = 426 \text{ [N]}$$

- Calcolo risultanti (R):

$$R_a = \sqrt{H_a^2 + V_a^2} = 1807,6 \text{ [N]}$$

$$R_b = \sqrt{H_b^2 + V_b^2} = 970 \text{ [N]}$$



La sezione più pericolosa è la sezione del perno A di attacco al braccio.

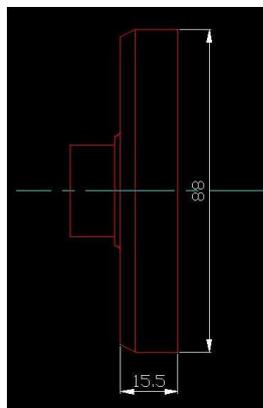
- Calcolo del M_{Fid} :

$$M_f = R_b \cdot 45,5 - 1741,6 \cdot 19 = 11050 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

$$M_{Fid} = \sqrt{11050^2 + 0.75(31405^2)} = 29357 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

$$d = \sqrt{\frac{(32 \cdot M_{Fid})}{\tau \cdot 80 \text{ mm}}} = \sqrt{\frac{32 \cdot 29357}{\tau \cdot 80}} = 15,5 \text{ mm} = \text{Assumo } \phi 25 \text{ mm}.$$

- *Dimensionamento e verifica dei bracci:*



Per quanto riguarda questo dato assunto per esperienza, date le caratteristiche e dimensioni della camera di manovella, un diametro di $\phi 88$ mm e una larghezza di ciascuna spalla di 15,5 mm

Occorre ora effettuare la verifica di resistenza del braccio opposto alla parte della presa di potenza dell'albero, nella posizione di PMS ed in quella di massimo momento torcente, così come si è fatto per le manovelle di estremità.

- Verifica in posizione di PMS:

$$\text{Sforzo normale di compressione} = N_c = V_a = V_b = 871 \text{ [N]}$$

- Momento flettente generato:

$M_f = F_g * 38 - V_b * 7,5 = 1741,6 * 38 - 871 * 7,5 = 59648 \text{ N} * \text{mm}$, applicato nella sezione rettangolare del braccio.

Area sez. rettangolare = $b * h = 15,5 * 88 = 1364 \text{ mm}^2$.

Modulo di resistenza a flessione (da manuale) = $W_x = (h * b^2)/6 = (15,5 * 88^2)/6 = 3524 \text{ mm}^3$

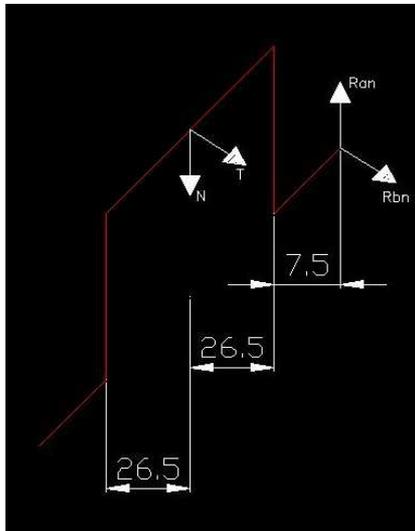
$$\sigma_n = N_c/A = 0,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mf} = M_f/W_x = 16,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{max} = \sigma_n + \sigma_{mf} < \sigma_{amm}$$

$$16,92 + 0,63 = 3,63 \text{ N/mm}^2 \leq 80 \text{ Verifica OK}$$

- *Verifica con angolo di manovella di 45°*



Si deve scomporre la forza F nelle due forze uguali T ed N , rispettivamente tangente e normale alla circonferenza descritta dal baricentro del perno di manovella.

$$T = N = 0,5 * F = 0,5 * 1 * 2463 = 1231,5 \text{ [N]}$$

$$R_{bn} = 1303,1 \text{ [N]}$$

$$M_f^1 = R_{bn}(38 + 7,5) - N(19 + 7,5) = 26651,75 \text{ N} * \text{mm}$$

$$R_{bt} = 970 \text{ [N]}$$

$$M_t = R_{bt}(38 + 7,5) - T(19 + 7,5) = 11500,25 \text{ N} * \text{mm}$$

e il momento flettente, prodotto dalla forza T , agente su un piano perpendicolare al piano dove agisce M_f^1 , e di intensità variabile lungo il braccio.

Esso assume il suo valore massimo nella sezione del braccio tangente al perno di banco di raggio $r_b = 12,5$ mm dato da:

$$r = 51\text{mm} / 2 = 25,5 \text{ mm}$$

$$M_f^2 = T * (r - r_b) = 1231,5 * (25,5 - 12,5) = 16009,5 \text{ N} * \text{mm}$$

Trascuro lo sforzo normale di compressione

La sezione più pericolosa risulta pertanto quella tangente al perno di banco in cui coesistono le caratteristiche di sollecitazione M_t , M_f^1 ed M_f^2 , come indicato in figura.

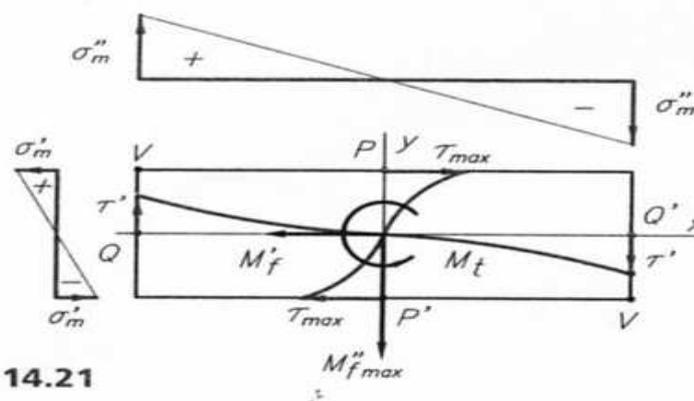


Fig. 14.21

- I valori delle tensioni risultano quindi:
- Nei punti Q, Q':

$$W_x = (h^2 * b) / 6 = 3524 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_m^2 = M_f^1 / W_x = 7,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau' = 2,66 * (M_t / (b * h^2)) = 1,44 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma_m^2)^2 + 3\tau'^2} = 7,96 \text{ N/mm}^2$$

- Nei punti P, P':

$$W_y = (h * b^2) / 6 = 20005,15 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_m^1 = M_f^1 / W_y = 1,33 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{\max} = 3,31 * (M_t / (b * h^2)) = 1,80 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{(\sigma_m^2)^2 + 3\tau^2} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

- Nei punti V,V :

$$\sigma_m^1 = M_f^1 / W_y = 1,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_m^2 = M_f^1 / W_x = 7,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_m^1 + \sigma_m^2 = 8,90 \text{ N/mm}^2$$

Per soddisfare la verifica di resistenza occorre, al solito, che le tensioni date rispettivamente dalla $\sigma_{id} + \sigma_{\max}$ risultino minori o al limite uguali alla tensione ammissibile σ_{amm} del materiale.

$$\sigma_{id} + \sigma_{id} + \sigma_{\max} \leq \sigma_{amm} \quad 20,54 \leq 80 \text{ Verifica OK}$$

Materiale utilizzato per la costruzione

Nella realizzazione di un componente del genere, specialmente per la scelta del materiale ci si trova davanti a diverse possibilità. A costituire il “bivio”, se così si può definire, sono, da una parte gli acciai da cementazione, e dall'altra quelli bonificati. In particolare, nel mio caso, si trattava di scegliere tra 18NiCrMo5 (da cementare) e 39NiCrMo4 (bonificato). Di entrambi, allego la scheda tecnica, contenente tutte le caratteristiche dei due materiali.

Definizioni di entrambi:

- *Acciai da Cementazione:*

In questo gruppo sono compresi gli acciai da costruzione, con tenore di carbonio < 0,30 %, destinati al trattamento di indurimento superficiale di cementazione che consiste in un arricchimento di carbonio della superficie del pezzo e della successiva tempra che conferisce un'elevata durezza superficiale con un'ottima resistenza all'usura, mentre il basso contenuto di carbonio del nucleo consente alti valori di tenacità nella parte sottostante. In genere questo tipo di acciaio viene impiegato per la costruzione di ingranaggi di qualsiasi tipo, assi, coni, spinotti, boccole, alberi di distribuzione e di trasmissione. Essi vengono forniti sia allo stato di laminato, sia allo stato di ricotto lavorabile o ricotto isoteramico. Le caratteristiche meccaniche indicate nelle tabelle allegate sono riferite a campioni allo stato temprato (tempra 1 delle tabelle) e rinvenuto. Il trattamento dopo cementazione può consistere in una doppia tempra (1a e 2a) o in una tempra unica (2a). Nel primo caso si hanno i risultati migliori, tuttavia questo tipo di acciai si presta molto bene anche al trattamento di tempra unica in quanto la loro tendenza all'ingrossamento de grano è pressoché nulla.

In particolare, nel mio caso, si tratta dell' acciaio 18NiCrMo5. La sua denominazione Siau è K2D, e si tratta di un acciaio appartenente al gruppo dei debolmente legati a temprabilità elevata. Il K2D, come si può facilmente intuire dalla nomenclatura, contiene al suo interno una percentuale di carbonio circa dello 0,18%. Si tratta di un acciaio con buone proprietà meccaniche, con modulo di elasticità normale "E" di circa 230000 N/mm², e carico unitario di rottura a trazione (riportati in tabella) che io ho assunto essere 1200 N/mm². E' largamente impiegato anche nell'industria motociclistica e presenta un eccezionale comportamento per le più varie forme e dimensioni di impiego fino a 100mm di spessore oltre ad essere facilmente lavorabile e trattabile con minimo rischio di insuccessi.

- *Acciai da Bonifica:*

In quest'altro gruppo sono compresi gli acciai da costruzione destinati al trattamento di bonifica (tempra seguita da rinvenimento intorno a 600° C). In genere gli acciai da bonifica sono impiegati per la costruzione di organi meccanici sottoposti a carichi statici e dinamici; essi trovano largo impiego nelle industrie meccaniche, per alberi di qualsiasi tipo, semiassi, aste, bielle, organi di collegamento, leve, steli per magli, colonne presse. I tipi al carbonio possono essere forniti sia allo stato naturale di laminazione che

normalizzato, mentre i tipi legati sono forniti normalmente allo stato ricotto. Tutti gli acciai di questo gruppo possono anche essere forniti allo stato bonificato per determinati impieghi. La grande varietà d'impieghi, di dimensioni e di forma degli organi meccanici a cui gli acciai da bonifica sono destinati, comporta un'attenta scelta dell'acciaio in base alle sollecitazioni cui il particolare sarà sottoposto. Nel nostro caso trattiamo di acciaio legato, ovvero il 39NiCrMo3, di media temprabilità, che costituisce il più diffuso acciaio da bonifica legato, sia per la buona lavorabilità a caldo ed a freddo che per la facilità di trattamento termico. Tutti i dati tecnici del dato materiale sono riportati nelle schede allegate.

- *La scelta:*

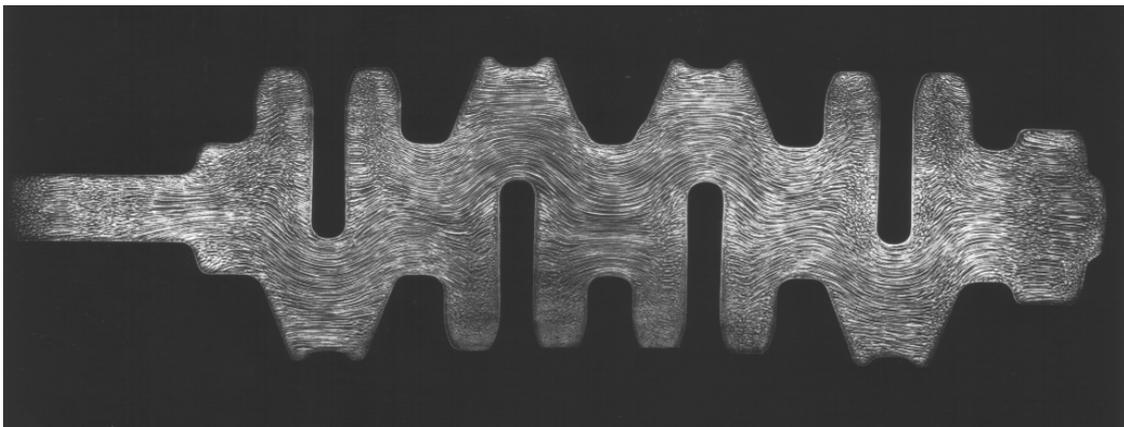
Nel mio caso, ho deciso di optare per il 18NiCrMo5, che per quanto mi riguarda, abbinato al giusto trattamento di cementazione, rappresenta il TOP della gamma, per quanto riguarda una realizzazione di questo genere. E' anche il più utilizzato da famosi marchi come Polini, Malossi ecc. Sicuramente questa superiorità è rappresentata anche da un costo del prodotto finito che è notevolmente più elevato, e dal fatto che tutto il processo di realizzazione risulta essere più complesso. Infatti gli acciai da bonifica rappresentano, in questo senso, un ottimo compromesso. C'è da dire che, ad albero "chiuso", cioè assemblato, il risultato, percorrendo le due diverse strade, è simile, o almeno, accettabile. Tuttavia, sta di fatto che il problema risulta esserci proprio quando noi questo albero lo andiamo ad scomporre e poi ricomporre, per esempio per un cambio biella dopo un determinato ciclo di vita della stessa. Nel mio caso, l'albero è tenuto insieme proprio dall'accoppiamento con interferenza che è presente tra asse e semialberi. Già al secondo assemblaggio, gli alberi realizzati con acciai da bonifica, nel foro che ospita l'asse ad interferenza, tendono a "perdere" le loro dimensioni originarie, cedendo e rendendo l'albero non più utilizzabile.

Ecco perché solitamente, gli alberi di questo genere, di qualità, sono realizzati con questo materiale. Duro fuori ma tenace a cuore, insomma, perfetto.

Per quanto riguarda il grezzo di partenza, vista le dimensioni del finito, conviene utilizzare uno stampato già con forma di questo tipo. Esistono in commercio, e sono abbastanza semplici da reperire.



L'ideale, appunto, è partire da forgiati, non solamente per evitare sprechi di materiale e velocizzare la sgrossatura, ma anche per la struttura interna che si riesce ad ottenere in questa maniera. Infatti, in uno stampato a caldo, le fibre seguono l'andamento del profilo dell'albero, e non è presente una interruzione netta nel verso delle fibre (che nel caso dello stampato si ha solo in piccola parte), come invece si ha partendo da un pieno. Questa che si può vedere, è una radiografia fatta ad un albero a gomiti stampato:



Per quanto riguarda la realizzazione vera e propria sono presenti una serie di fattori/operazioni, che fanno lievitare di molto il costo. In primis il trattamento termico di cementazione, che comporta il dover lasciare un determinato sovrametallo (circa di 3 decimi, anche se andrebbero verificate le deformazioni,

sottoponendo al trattamento un primo prototipo), inviare al trattamento i pezzi e intervenire tramite rettifica per eliminare la "patina" lasciata dal trattamento e portare a tolleranza dove richiesto (specialmente sedi cuscinetto, sedi paraolio cono, foro per il successivo accoppiamento e pareti dove appoggiano i rasamenti biella. Non è indispensabile invece, rettificare le spalle dei due semialberi. Ovviamente una volta rientrato dopo in trattamento non è più possibile effettuare grosse modifiche alla struttura stessa. Quindi se risulta, dopo aver prodotto il primo prototipo, necessaria una modifica, bisognerà realizzarne un altro e non si potrà modificare lo stesso, cosa invece possibile utilizzando un acciaio da bonifica, più facilmente lavorabile.

- *Alcuni dettagli sul processo di cementazione:*

La cementazione è un trattamento termochimico di diffusione che prevede un arricchimento di carbonio sulla superficie di un componente meccanico realizzato in acciaio a basso tenore di carbonio. Lo scopo di un trattamento termico di questo tipo è quello di ottenere uno strato superficiale di elevata durezza (sul mm di spessore nel mio caso), pur conservando un'ottima tenacità di cuore. In questo modo si riesce ad ottenere un'elevata resistenza all'usura del componente, nonché un incremento elevato della resistenza a fatica del pezzo.

Il trattamento viene effettuato a temperature comprese tra gli 870°C e i 930°C, o comunque superiori al punto critico di trasformazione dell'austenite in ferrite. Questo per un tempo di mantenimento variabile in base alle esigenze e alla profondità a cui far penetrare il trattamento. Solitamente da 1 ora a 10 ore.

Terminata questa fase il pezzo viene raffreddato rapidamente (tempra) in acqua con additivi o in olio, per indurre la trasformazione martensitica dell'acciaio. Successivamente il pezzo viene sottoposto a un rinvenimento a bassa temperatura detto di distensione con una temperatura non superiore ai 200°C.

Nel caso degli acciai da cementazione la distensione serve per diminuire e possibilmente annullare le tensioni residue causate dalla tempra pur mantenendo elevati valori di durezza. In questo caso non si hanno apprezzabili modifiche strutturali. La distensione viene anche eseguita su pezzi che, dopo le lavorazioni meccaniche, si trovano in uno stato di particolare tensione. In questo caso lo scopo è di ristabilire le caratteristiche meccaniche precedenti, in particolare quelle elastiche e di tenacità.

Alberi ed equilibrature

L'albero motore del 2T, oltre ad essere l'organo che trasmette il moto alternativo del pistone al resto della trasmissione, deve assolvere a due scopi fondamentali nello stesso tempo:

- 1- Bilanciare le masse alterne di pistone e biella.
- 2- Fornire una massa volanica adeguata al funzionamento del motore.

Le due funzioni sono distinte ma risiedono nello stesso particolare meccanico; è bene non fare confusione. Questo lo scrivo perchè esistono altri casi, come i plurifrazionati 4T, in cui la massa volanica è distinta dall'albero; di solito il compito viene svolto da un disco al quale viene poi fissata la frizione.

Le masse più importanti da bilanciare sono il pistone completo di spinotto, fasce, gabbiette e seeger, ed un terzo del peso della biella.

Questi sono i grammi in moto alterno che causano le vibrazioni.

La bilanciatura di solito viene espressa in percentuale, questo perchè due alberi, da quello di un ciao a quello di un supermono, possono viaggiare con la stessa sbilanciatura percentuale pur avendo masse differenti.

Cambieranno i grammi con cui si esegue la bilanciatura, ma non la percentuale.

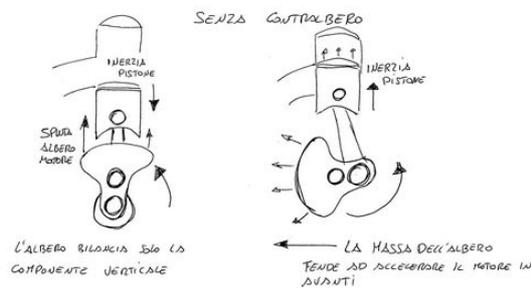
Ricordo che bilanciando un albero, andiamo ad equilibrare solo le forze sull'asse del cilindro; la metto giù facile:

Quando il pistone viaggia verso il basso, la massa sbilanciata dell'albero si dirige verso l'alto; al pmi l'inerzia del pistone che "preme verso il basso", viene corretta dalla parte più pesante dell'albero che si trova ora nella parte alta dello stesso, e viceversa.

Quindi, variando la percentuale di equilibratura correggiamo queste vibrazioni (dette del 1 tipo).

Accade però che quando il pistone si trova a metà della sua corsa, la mannaia dell'albero è rivolta in un caso verso l'anteriore del motore, nell'altro verso il posteriore ed in percentuale negli intermedi...

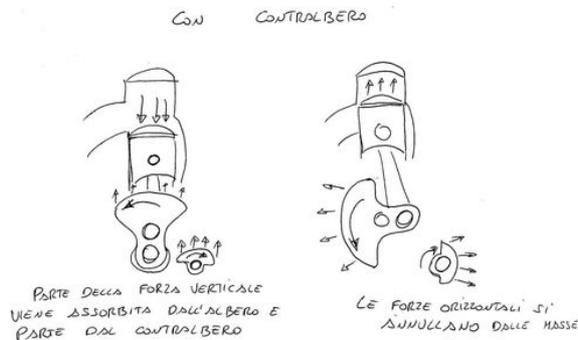
Queste forze che tendono a fare spostare il motore avanti e indietro non si possono bilanciare con l'albero stesso, in quanto viaggiano a frequenza differente (vibrazioni del secondo tipo).



Qui entra in gioco, ove presente, il contralbero che calca la sua massa nella parte opposta di quella dell'albero.

Il contralbero spesso viene considerato come massa nociva non tenendo presente che quello che accumula lo restituisce poi in allungo.

Spesso, si pensa al contralbero come una massa inerziale, ma essa, come abbiamo detto all'inizio, non è sempre la stessa, perchè la bilanciatura si misura in percentuale, l'inerzia al rotolamento con il pd^2 , cioè, molto semplicemente, posso avere la stessa inerzia al rotolamento con un solo albero più pesante o l'identica somma tra albero leggero + contralbero.



Nel nostro caso, non è presente il contralbero, quindi ci limiteremo a lavorare sulle vibrazioni di primo ordine.

- La formula per il calcolo della percentuale è la seguente:

$$PPI + PBI = PT$$

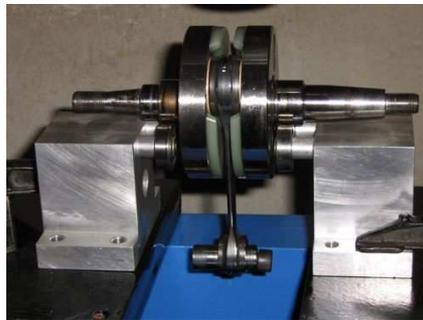
$$PBI + PE = TT$$

$$TT / PT = \%$$

Analizziamo come si ricavano.

PPI O PESO PISTONE COMPLETO: si pesa il pistone completo di tutto (fasce, spinotto, gabbia a rulli e fermi spinotto).

PE O PESO DI EQUILIBRIO: Si mette l'albero su due coltelli (meglio), in alternativa su cuscinetti, l'importante è che non siano frenati da parapolvere o pieni di grasso, e si bilancia applicando dei pesetti (rondelle e quant'altro) al piede di biella. Quando l'albero rimane fermo in qualsiasi posizione lo si lascia è in equilibrio. Si procede quindi pesando tutto quanto applicato al piede di biella.



PBI O PESO PIEDE DI BIELLA: si appoggia il piede di biella su una bilancia tenendo la biella il più orizzontale possibile. In questo maniera è possibile farlo anche a biella montata.



Come noterete non vi è riferimento alla massa totale dell'albero.

Ora basta introdurre i valori trovati nella formula:

Es. , valori a caso PE 49gr, PBI 47gr, PPI 138gr:

$$PPI + PBI = PT$$

$$138 + 47 = PT$$

$$PT = 185$$

$PBI\ 47 + PE\ 40 = TT\ 87$

$TT\ 87 / PT\ 185 = 0.4702$

Che moltiplicato 100 da il 47,02 di percentuale di bilanciamento.

Questo dato numerico adimensionale vi permette di poter paragonare due alberi distinti.

Con questa formula possiamo:

- Portare a pari bilanciatura alberi di motori diversi, ad esempio un 100cc ed un 125cc;
- Ri-bilanciare un albero nel caso sostituiamo biella e pistone con particolari dal peso differente;
- Calcolare quanti grammi inserire o levare per copiare la bilanciatura di un albero che "gira" meglio del nostro.

Attenzione: Tutto è relativo, quindi non è detto che una bilanciatura che risulta ottima su di un determinato motore dia gli stessi risultati su un altro.

Questo procedimento è utilizzabile in caso si voglia rilevare/modificare una bilanciatura di un albero già esistente. Nel mio caso invece, va eseguita un'equilibratura approssimata su di un albero ancora da realizzare.

La mia equilibratura

- Biella utilizzata: Tm kart, interasse 110 mm, completa di rasamenti da 1 mm. L'unico lavoro, necessario per adattarla alle caratteristiche del mio albero è tornire la testa di biella in larghezza. Inizialmente è larga 14 mm, si tratta di portarla a 12 mm asportando 1 mm per parte.

Peso biella tornita : 130 gr. → $1/3$ biella = 43,3 gr.

Peso rasamenti : 5 gr.

Peso gabbietta di testa: 12,5 gr.

Peso asse : 93,95 gr – 15gr (forato da 8) = 78.95 gr.

Peso da sottrarre (fori per inserimento asse, e scansi biella): $(29,05gr * 2) + (40gr * 2) = 138,1$ gr.



- Pistone utilizzato: Il pistone utilizzato è quello del kit Quattrini M1R.

Peso del pistone completo: 169 gr.



- Calcolo equilibratura :

Per calcolare il peso applicato: $(+ 43,3 + 5 + 12,5 + 78,95 + 169) - (138,1) = 170,65 \text{ gr.}$

Il tutto va moltiplicato per il raggio di manovella, per trovare il momento generato.

$$\rightarrow M = 170,65 * 25,5 = 4351,57 \text{ Gr} * \text{mm.}$$

Ora che conosciamo il peso da equilibrare, possiamo dividere il procedimento in due parti :

- Prima di tutto va ottenuto l'equilibrio dell'albero in tutte le sue posizioni. Questo si può fare o tentando di alleggerire dalla parte dell'asse, oppure appesantendo dall'altra, oppure un insieme delle due condizioni. In questo caso, procediamo ad appesantire dalla parte opposta con Tungsteno e alleggerire dall'altra parte con Bachelite (peso specifico $1,3 \text{ Kg/dm}^3$).

Il momento generato quindi da equilibrare per il solo equilibrio è di $4351,57 \text{ Gr} * \text{mm.}$

- Dopo di che volendo ottenere una bilancia tura del 40%, vado a ricavarmi il 40% di questo momento ed aggiungerlo al peso da equilibrare:

$$M \text{ 40\%} = (4351,57/100) * 40 = 1740,63 \text{ Gr} * \text{mm}$$

$M_{tot} = 4351,57 + 1740,63 = 6092,2 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$, da aggiungere dalla parte opposta per ottenere una bilanciatura del 40%.

Per appesantire dalla parte opposta utilizzo dei cilindretti $\varnothing 10 - 20 \text{ mm}$ di Tungsteno (W), caratterizzato da un peso specifico di $19,1 \text{ Kg/dm}^3$, quindi molto più elevato di quello del materiale dell'albero.

$M_{aggiunto \text{ dalla parte opposta}} = -76,65 \text{ gr}$ (materiale tolto per ospitare il tungsteno) + $186 \text{ gr} = 109,35 \text{ Gr}$. $\rightarrow 109,35 \cdot 24$ (distanza a cui pongo i due inserti di W) = $2462,4 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$ $\rightarrow n^{\circ} 2$ inserti $\varnothing 20 = 2462,4 \cdot 2 = 5248,8 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$.

Aggiungo altri due inserti $\varnothing 10$ ad una distanza di $7 \text{ mm} = -38,32 + 93$ (già considerata la presenza di due inserti) = $54,68 \text{ Gr}$ $\rightarrow 54,68 \cdot 7 = 382,76 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$.

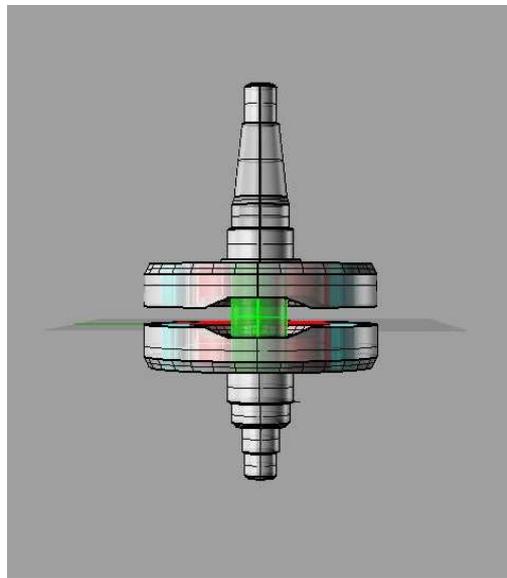
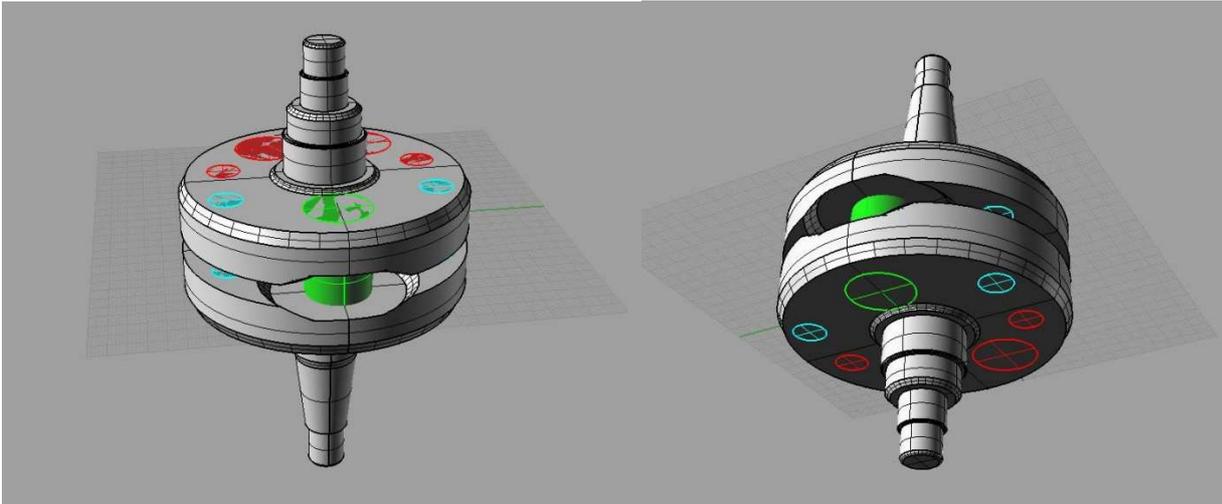
$M_{opposto \text{ totale}} = 5248,8 + 382,76 = 5631,56 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$.

$M_{bil \ 40\%} = 6092,2 - 5631,56 = 460,64 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$. Rimangono questi grammi per raggiungere il momento da generare per bilanciare l'albero al 40%. Tramite due inserti in bachelite, invece che appesantire dalla parte opposta, tolgo dalla parte dello spinotto. Eseguo due fori $\varnothing 10$ e pianto due cilindretti di bachelite dello stesso diametro.

$M_{tolto} = -19,1 + 3,16 \text{ gr} = -15,94 \text{ Gr}$. $\rightarrow 15,94 \cdot 15 = -239,1 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$ $\rightarrow n^{\circ} 2$ inserti $\varnothing 10 = -239,1 \cdot 2 = -478,2 \text{ Gr} \cdot \text{mm}$ da sottrarre ed ottenere 0. Ora ho ottenuto una bilanciatura del 40%.

N.B. Ho realizzato un disegno apposito per il posizionamento degli inserti per la bilanciatura.

Il modello finale ottenuto, realizzato tramite Rinocheros , si presenta in questo modo:



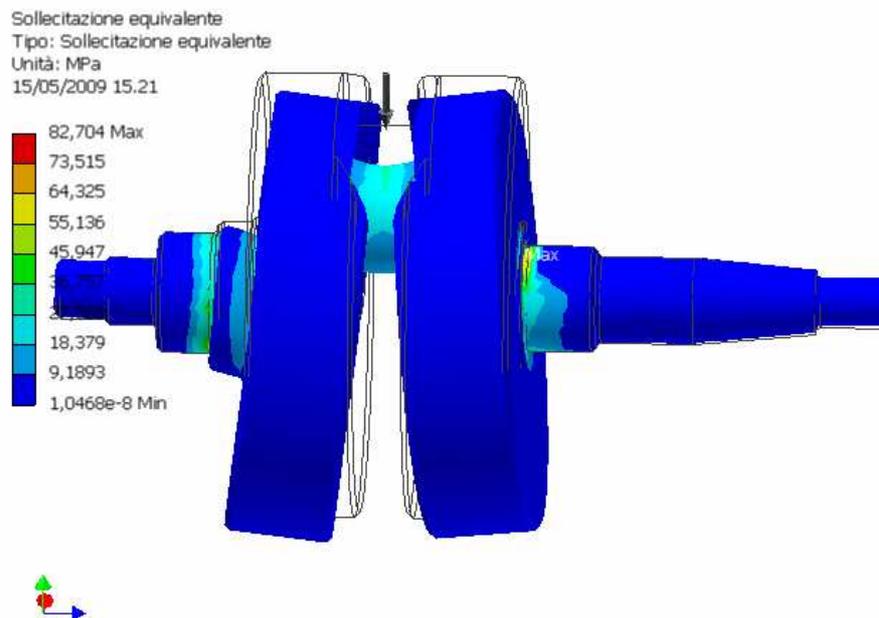
Simulazioni 3D

Non essendo stato possibile, per questioni di tempo, replicare la simulazione sul modello definitivo, mostro dei test effettuati su un primo prototipo che avevo realizzato. Si tratta di simulazioni di sollecitazione

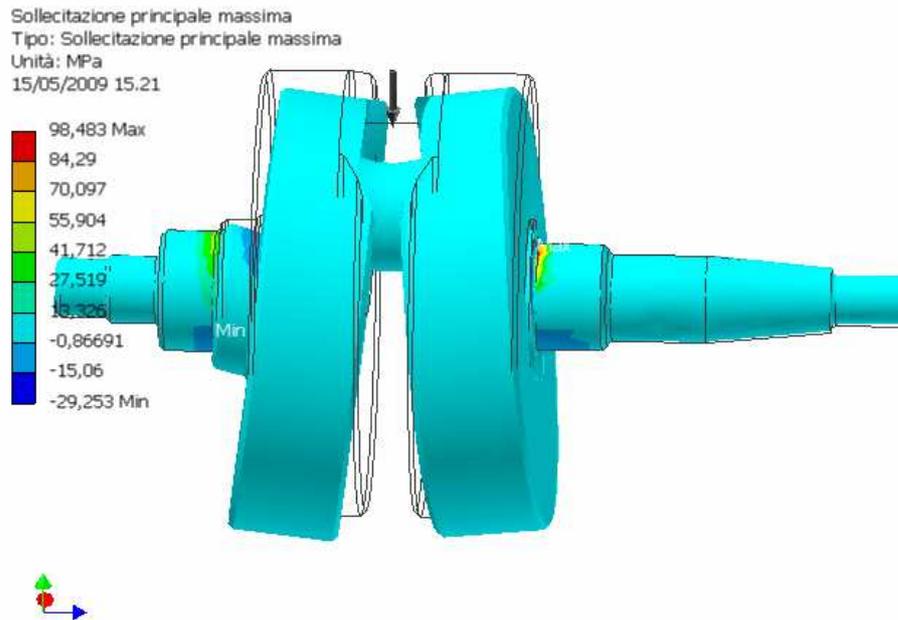
effettuate tramite Inventor, applicando una forza di 9160 [N] , 4 volte superiore rispetto a quella presente dai miei calcoli, tutto questo a scopo puramente esemplificativo.

Risultati strutturali		
Nome	Minimo	Massimo
Sollecitazione equivalente	1,047e-008 MPa	82,7 MPa
Sollecitazione principale massima	-29,25 MPa	98,48 MPa
Sollecitazione principale minima	-107,3 MPa	21,06 MPa
Deformazione	0,0 mm	4,93e-003 mm
Fattore di sicurezza	2,503	N/A

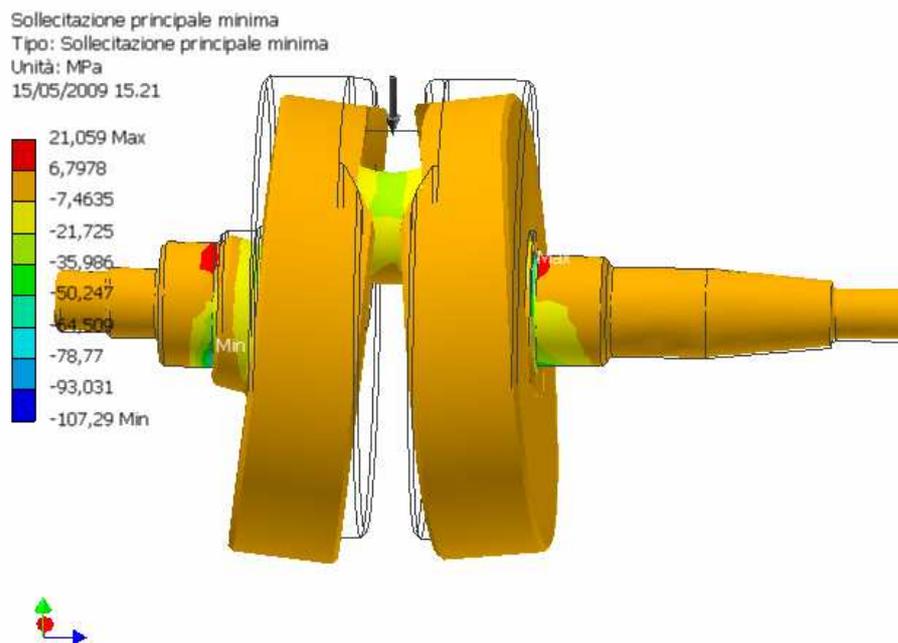
- Sollecitazione equivalente:



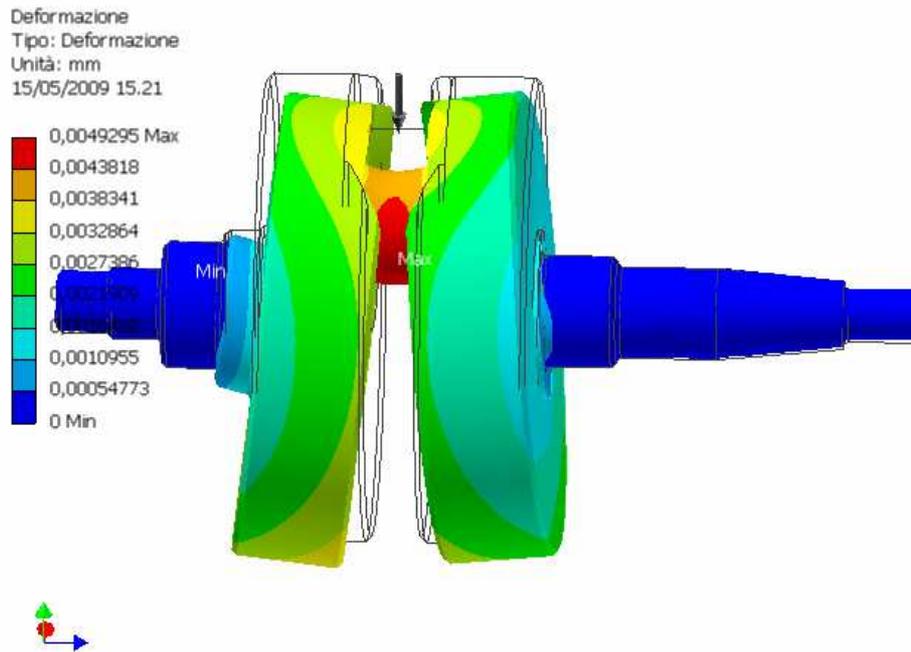
- Sollecitazione principale massima:



- Sollecitazione principale minima:



- Deformazione:



Conclusioni

L'idea sui cui è basato il progetto è quella di riuscire a produrre un piccolo lotto (circa 40 pz.) per uso personale e per una limitata vendita al pubblico. Il costo per singola unità, a condizione costi = ricavi, è di circa 400 euro, escludendo le spese per eventuali prototipi iniziali. Limitata quantità anche perché adottando certe soluzioni il montaggio risulta più laborioso e delicato. In definitiva, sono soddisfatto di quanto realizzato, in quanto ho cercato e sono riuscito ad ottenere un prodotto che riporta qualcosa di nuovo, e diverso rispetto a quanto già si trova sul mercato.