

CARATTERISTICHE DI UNA MARMITTA A RISONANZA

PREFAZIONE

Sui primi motori a due tempi, come sui micromotori Glow Plug, non era previsto l'impiego dell'impianto di scarico, permettendo così ai gas combusti di espandersi, senza ostacoli e controlli, direttamente nell'atmosfera.

Questo sistema di scarico libero, non controllato, presenta diverse anomalie, tipiche del motore a due tempi. Infatti, variando il regime dei giri del motore, cala il rendimento specifico programmato in fase di progettazione, anche se le dimensioni dello scarico e dei canali d'immissione sono stati opportunamente dimensionati per un certo regime di rotazione.

Mentre, se si abbassa il numero dei giri rispetto a quelli prefissati, si avrà una fuoriuscita più rapida dei gas combusti, con la conseguenza di trascinare fuori dello scarico la miscela fresca appena arrivata nel cilindro, aumentando così i consumi e facendo mancare la quantità giusta di miscela fresca verso la camera di scoppio (si alterano i rapporti di dosatura che solitamente sono compresi tra 9,0:1 e 6,4:1, per miscele contenenti alcool Metilico).

Queste due anomalie si evidenziano solo quando la variazione del regime dei giri, rispetto a quelli prefissati, sia di un valore elevato; una leggera variazione in più o in meno non viene evidenziata.

Con queste condizioni non è possibile migliorare il rendimento del motore, anche se alla feritoia di scarico viene applicata una scatola, di qualsiasi forma, avente una dimensione diverse volte maggiore della cilindrata del motore, perché i gas di scarico possono espandersi all'interno in modo simile alla condizione originale, per poi uscire all'aria aperta attraverso un piccolo tubo.

L'unico vantaggio che è possibile ottenere con quest'applicazione è l'effetto silenziatore. Se invece si vogliono migliorare le prestazioni del motore, è necessario progettare un adeguato impianto di scarico, atto a supportare le variazioni di regime dei giri senza peggiorare il rendimento medio, consentendo dei passaggi armonici e gradualmente in qualsiasi regime di giri fra minimo e il massimo, con un risparmio di carburante e, possibilmente, con l'effetto di silenziare.

CENNI STORICI SULLE MARMITTE

In generale nel motore a due tempi, passando da uno scarico libero ad un impianto con camera d'espansione dei gas, appositamente studiato per accordare il moto delle onde sonore generate dai gas combusti all'esterno della luce di scarico, è possibile ottenere un aumento della coppia motrice e, in taluni casi, è possibile raggiungere un incremento della potenza del 100%; ed in certi casi anche oltre.

La marmitta deve essere concepita in modo tale da poter accordare, fuori dello scarico, la depressione e, di seguito, la contropressione, per il periodo che la luce di scarico rimane aperta (vedi schema più sotto):

- 1. La depressione si manifesta per tutto il periodo d'apertura della luce di scarico, abbreviando il tempo di svuotamento del cilindro.**

2. La contropressione riduce notevolmente l'uscita della miscela fresca dallo scarico.

Questo effetto si ottiene costruendo una marmitta di scarico a forma di risonatore (per intenderci, tipo una canna d'organo), accordandola su un determinato regime di giri; da qui deriva il nome di *marmitta a risonanza*.

Nel caso che la variazione di giri è notevole (ad esempio se si deve passare da 8000 rpm a 42000 rpm, come succede normalmente nei propulsori per automodelli), non è possibile costruire un impianto con marmitta a risonanza che dia una resa giusta su tutto il campo d'impiego del micromotore.

Solo con un complicato impianto di regolazione, dotato di canotti estensibili sul risuonatore che si accordi, in modo automatico, con tutti i regimi di giri del motore, è possibile ottenere un rendimento di coppia costante e sicuro, sia ai bassi che agli alti regimi.

Va da sè che, teoricamente, sul tavolo da disegno e con una calcolatrice il problema è risolvibile; in pratica lo è un pò meno.

La difficoltà consiste nell'applicare sul mezzo un impianto così complicato ed oltremodo delicato che creerebbe solo delle complicazioni e, senza dubbio, con un costo notevole.

Tuttavia, è possibile, con dei calcoli più vicini alla realtà (fluidodinamica e fisica-armonica), stabilire le misure di massima per la costruzione di un impianto con marmitta a risonanza, per poi intervenire in modo pratico e sperimentale sulle misure della marmitta più confacenti all'impiego desiderato, cercando di sopperire con l'esperienza e la pratica (che alle volte vale più della fisica-matematica) alle difficoltà d'applicazione dei risultati teorici.

Tutto quanto detto sino ad ora sugli impianti di scarico vi può servire come cultura generale, che non guasta mai.

Quello che più interessa a noi è l'utilizzo di quest'apparecchiatura.

Il primo a studiare e ad impiegare un impianto di scarico dotato di una marmitta a risonanza sui micromotori Glow Plug è stato l'americano *Bill Wisniewski*, durante gli anni 1955 - 1966. Montando la marmitta a risonanza sul micromotore TWA, da lui progettato, Wisniewsky vinse nel 1966 il campionato del mondo di velocità per aeromodelli categoria Control Line Classe A, stabilendo il nuovo record mondiale.

Di norma, ogni costruttore dispone di una marmitta appropriata sia al tipo di motore sia all'uso cui è destinata (Off-road, On-road, Rally Game, Touring).

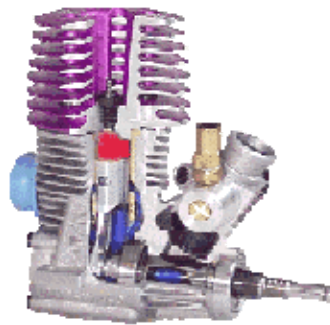
Con un motore per fuoristrada potete benissimo fare del Rally Game cambiando la marmitta originale con una che vi procuri un pò più di allungo. Se, invece, voleste fare pista, la cosa risulterebbe un pò critica, considerando che i motori da Off-road sono concepiti con molta coppia ai bassi regimi a discapito degli alti regimi e questo non è assolutamente compatibile con la pista, settore in cui la predominante rimane sempre, e in ogni modo, la velocità.

Con un micromotore da pista, utilizzando un'adeguata marmitta, potrete invece fare del Rally Game; al limite anche del fuoristrada ma se la pista è piatta e molto veloce.

Con un micromotore da Rally Game, infine, potrete divertirvi anche nelle altre categorie, sempre però utilizzando la marmitta appropriata.

Tuttavia, la cosa migliore rimane, comunque, l'utilizzo di un micromotore specificatamente concepito per un determinato settore.

TECNICA DELLO SCARICO



Forse non tutti sanno che anche le marmitte possono essere testate e selezionate.

Se acquistiamo tre o quattro marmitte dello stesso tipo, marca e numero di omologazione EFRA e le mettiamo a confronto in pista, ci accorgeremo che avremo un diverso livello di prestazioni: questo accade perché i nostri motori sono così sensibili a questo accessorio che, una piccola differenza di pochi decimi di millimetro nella saldatura dei due coni che compongono la marmitta, può variarne le caratteristiche. Infatti, va specificato, che mentre in un qualsiasi motore a quattro tempi l'impianto di scarico può influire al massimo nell'ordine del 15 - 20%, nel due tempi il passaggio da uno scarico "scadente" ad uno correttamente progettato, può garantire un incremento nella misura prossima all'80 - 90 %; questo perché il suo scopo è proprio quello di risolvere alcune imperfezioni a livello di riempimento del cilindro, che i due tempi presentano.

In genere le marmitte che risultano più performanti hanno un maggior consumo di carburante; quelle più "tranquille" sono anche le più limitate nei consumi.

Passiamo ora alla tecnica della marmitta: è risaputo che (indipendentemente dal tipo di marmitta impiegata), se la distanza curvilinea (**misurata dal centro della candela fino al punto di massima dimensione esterna della marmitta**: essa varia tra 150 mm e 260 mm, vedi fig. 1)

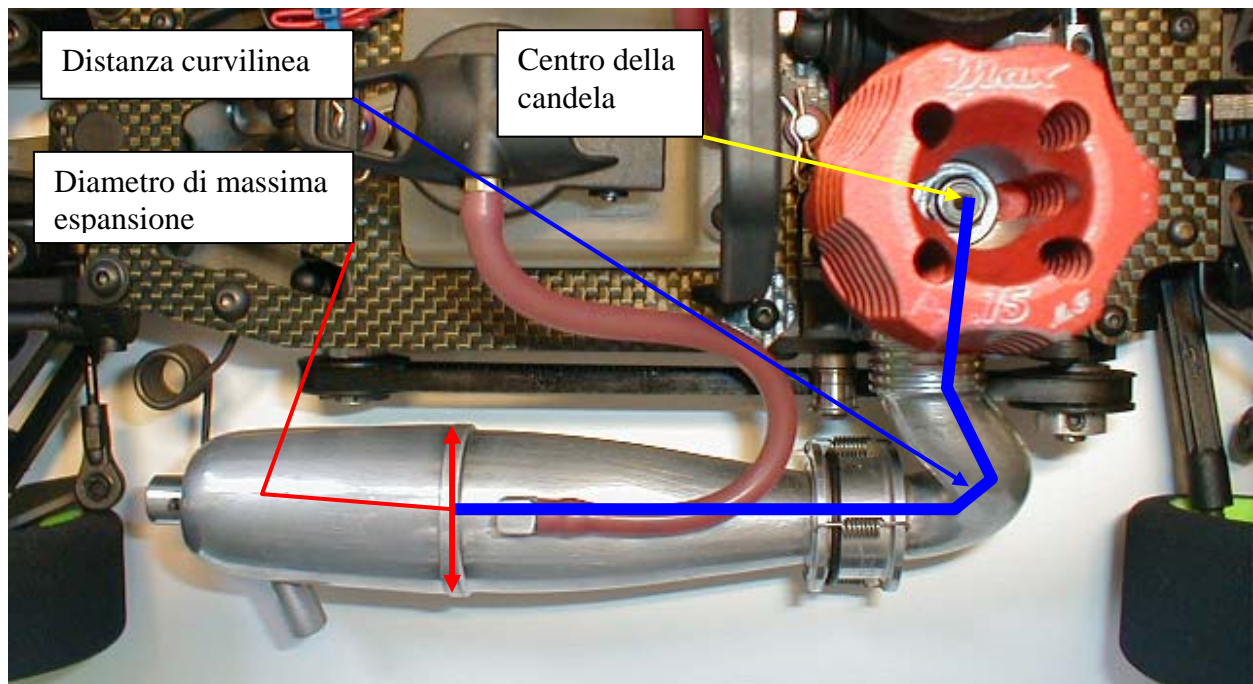


fig. 1

Come determinare la distanza curvilinea nell'impianto di scarico.

tra la marmitta e il collettore, è lunga (vedi fig. 2):

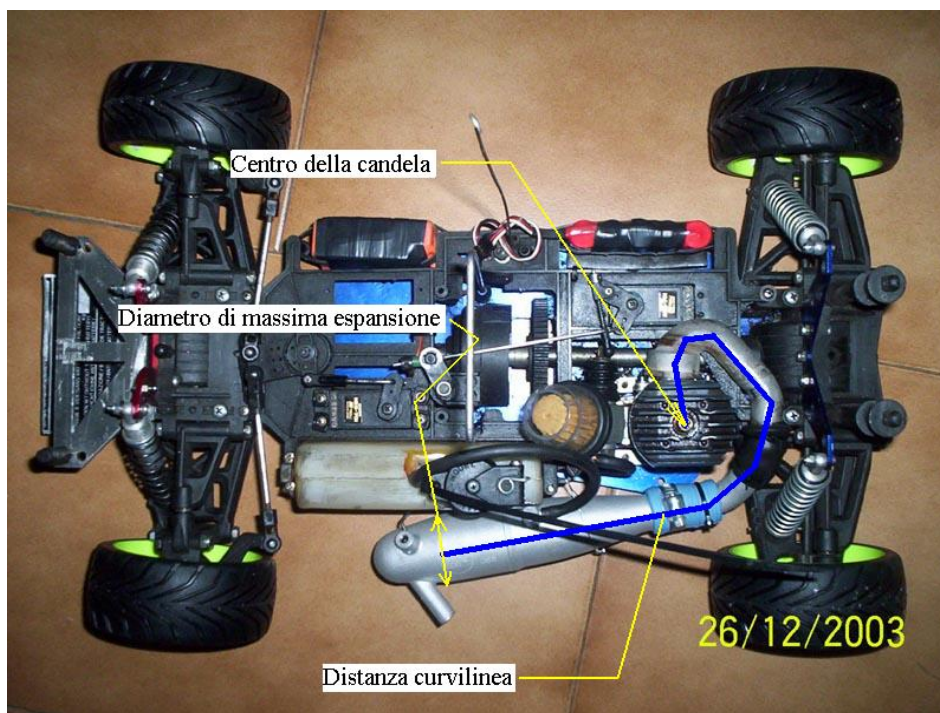


fig. 2
Distanza curvilinea lunga di un impianto di scarico.

si ha più coppia ai bassi regimi (di solito tra i 12000 - 27000 rpm, sono valori molto approssimativi poiché tale range dipende da molti fattori. Tuttavia, l'intervallo medio più incidente, in termini statistici, è questo), si ha un minore consumo ed anche un minore surriscaldamento del motore.

Mentre, con una distanza curvilinea corta, vedi fig. 3, avremo un motore che entra in coppia agli alti regimi (di solito tra i 25000 - 38000 rpm, sono sempre valori statistici).

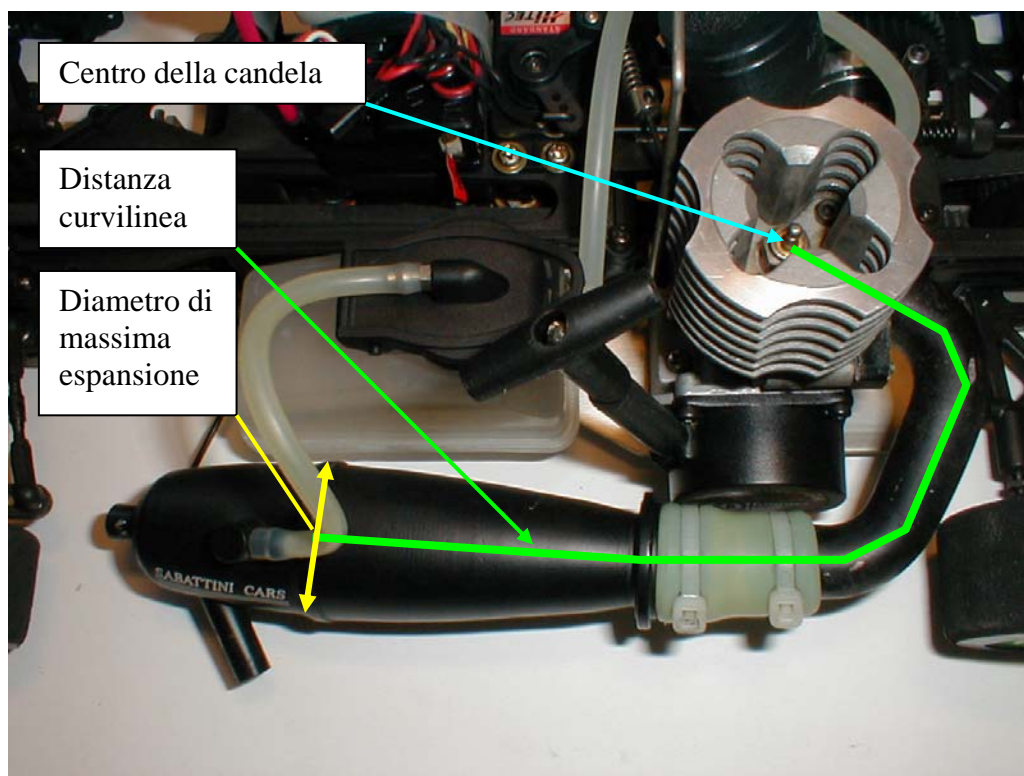


fig. 3
Distanza curvilinea corta di un impianto di scarico.

Essa è più adatta ai circuiti veloci, ma provoca un maggior surriscaldamento del motore ed un consumo più elevato.

Per variare la lunghezza curvilinea, è preferibile tagliare il collettore, vedi fig. 4, oppure inserire quest'ultimo nel foro di ingresso della marmitta, qualora la stessa presenti un diametro interno leggermente maggiore del diametro esterno del collettore.



fig. 4
Collettore di scarico cromato.

Perché tagliare la marmitta si rischia di modificare notevolmente le caratteristiche di espansione.

Occorre dire che, allargando il foro terminale del cono interno della marmitta si possono modificare coppia, temperatura di esercizio e consumi.

Supponiamo che la nostra marmitta abbia un foro terminale del cono interno di 10 mm. Se lo allarghiamo portandolo a 12 mm di diametro, avremo una coppia maggiore, una carburazione più grassa e di conseguenza un minore surriscaldamento del motore dovuta alla migliore evacuazione dei gas di scarico, ma anche un maggior consumo, abbinato ad una minore velocità di punta. Questo accorgimento si usa solo quando fa molto caldo, la pista è molto gommata, le accelerazioni avvengono in maniera violenta ed il motore fatica in uscita dalle curve.

La presa di pressione sulla marmitta (in fig. 5 è mostrata dal cerchio giallo),



fig. 5
Presca di pressione della marmitta.

può sembrare un elemento insignificante, invece la sua posizione (generalmente diversa tra le marmitte EFRA, vedi figg. 6 e 7, indicate con la freccia blu) e la lunghezza del tubetto che manda pressione al serbatoio (in fig. 5 è di colore arancione) possono crearci dei problemi, se non curati attentamente.



fig. 6

La presa di pressione è posta in anticipo rispetto al punto di massima espansione della marmitta.



fig. 7

La presa di pressione è posta dopo il punto di massima espansione della marmitta.

La migliore posizione per la presa di pressione sulla marmitta è al centro dei due coni (ovvero dove sono saldati) perché è il punto dove la pressione dei gas di scarico è più costante e non andrà a modificare la carburazione in nessun caso, anche se il serbatoio è pieno.

LA GEOMETRIA

La geometria della marmitta (tozza o fina) detta il suo "carattere". La lunghezza detta il numero dei giri del motore ai quali la marmitta entra nel range di potenza. Paragonata ad una marmitta corta, su una marmitta lunga le onde sonore devono percorrere un tracciato più lungo prima di ritornare nel cilindro. Impiegano più tempo, quindi possono svolgere meglio il loro lavoro quando la velocità del pistone è relativamente bassa.

In parole povere una marmitta lunga offre una elevata potenza ai regimi di rotazione bassi; una marmitta corta invece ai regimi alti.

La conicità del diffusore e controcono invece dettano la lunghezza e l'ampiezza di ogni singola onda sonora riflessa verso il cilindro, vedi fig. 8. Con una conicità maggiore le onde riflesse sono più corte ma con una ampiezza maggiore.

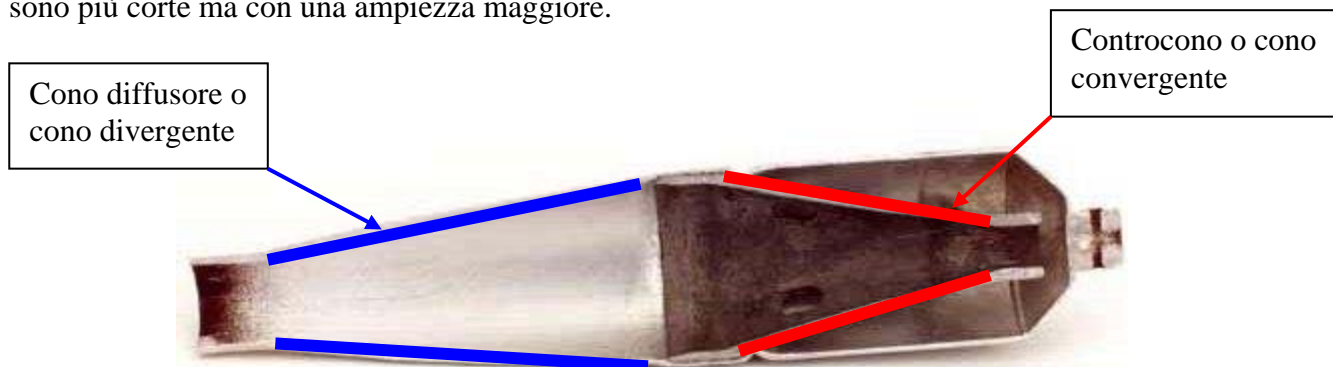


Figura 8

Sezione longitudinale di una marmitta a risonanza con veduta dei due coni.

Dunque una marmitta con la conicità dei coni maggiore produrrà una potenza più elevata di una marmitta con conicità minore, però in una fascia di giri del motore più ristretta. Con una marmitta così il motore sarà più "nervoso" da gestire e la trasmissione più difficile da tarare.

Invece una marmitta con conicità minore offre potenza fin dai giri bassi, ma la potenza massima è inferiore ad una con angolo di conicità maggiore, e si mantiene più a lungo in un range di giri motore più largo.

E' quindi indispensabile trovare l'angolazione dei coni ottimale in base al tipo e impiego del motore. In fig. 9 è mostrata la differenza tra uno scarico con angolazione dei coni maggiore (da pista, curva rossa), ed uno con angolazione minore (intermedio, curva blu).

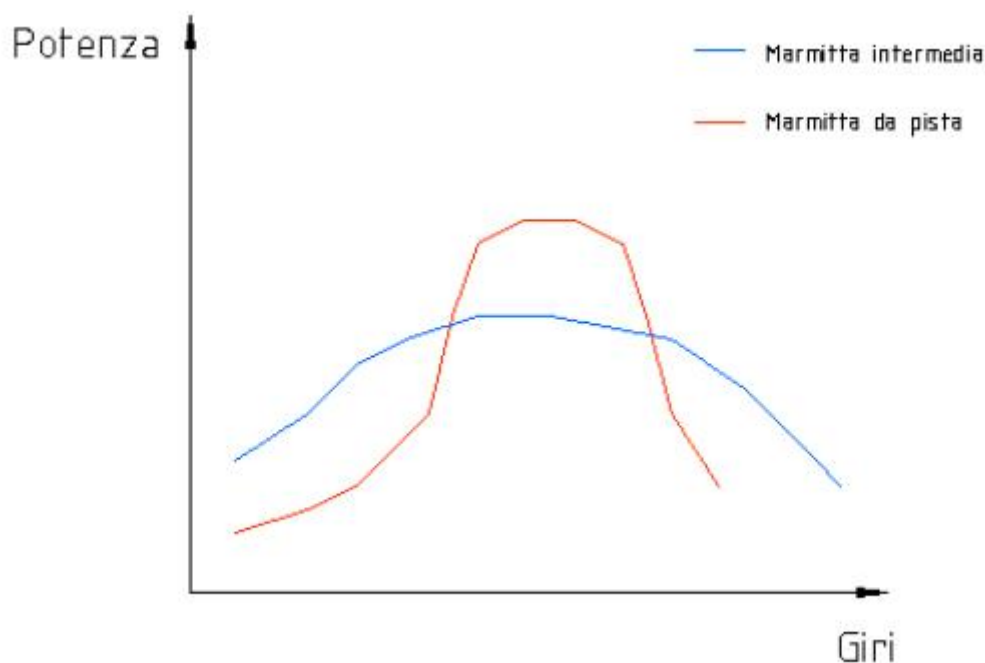


fig. 9

In fig. 10, è mostrato un disegno di base, quotato a lettere, di una marmitta a risonanza per motore a due tempi, si noti la somiglianza con la canna d'organo:

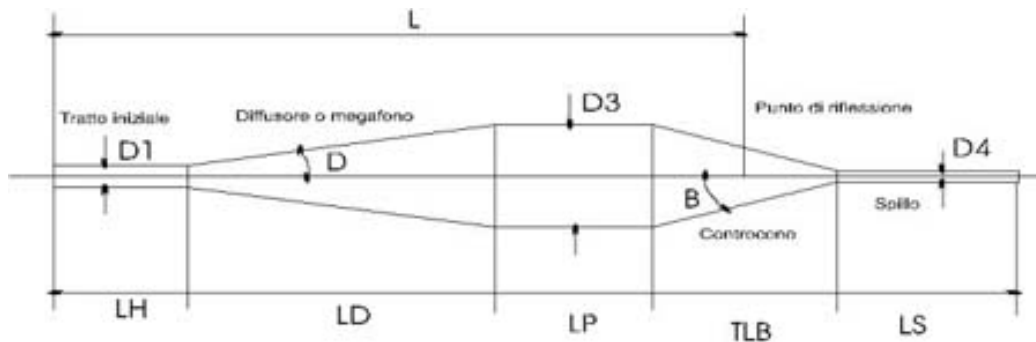


fig. 10

La sezione cilindrica (di diametro $D3$) serve a distanziare meglio l'alternarsi delle onde di pressione e di depressione e lo spillo (di diametro $D4$) contribuisce a determinare l'intensità dell'onda di pressione positiva che impedisce la fuoriuscita dei gas freschi.

Un impianto è ben costruito quando si ha un'onda di depressione all'apertura della luce di scarico e allo stesso tempo un'onda di ritorno che blocchi i gas freschi. Dell'onda di depressione è responsabile il tratto iniziale del tubo (di diametro $D1$) e la parte conica dell'espansione, mentre l'onda di ritorno è regolata dal controcono e dallo spillo.

Per determinare la lunghezza totale dello scarico ($LH + LD + LP + TLB + LS$) è necessario muoversi su due piani distinti: quello teorico e quello pratico. Per ottenere il massimo in termini di prestazioni è necessario far seguire ai calcoli la prova al banco per poter apportare quelle piccole modifiche necessarie per ottimizzare lo scarico e poter ottenere così il massimo in termini di prestazioni. Altrimenti ciò può portare ad una irregolarità di carburazione a seguito della variazione della pressione presente nel serbatoio. Infatti, agli alti regimi il motore ha bisogno di un flusso robusto di miscela (quindi alta pressione nel serbatoio) ma ciò potrebbe tradursi in una ulteriore pressione (carburazione grassa) o riduzione della stessa (carburazione magra), rispetto a quella ottimale. Analogamente un ulteriore incremento o riduzione di pressione nel serbatoio ai bassi regimi si manifesta in una carburazione grassa o magra, rispettivamente. Inoltre, la lunghezza del tubetto della pressione deve essere lungo circa 180 - 200 mm e avere un diametro esterno di 5,5 mm.

Da un punto di vista sonoro la marmitta è sagomata anche per garantire un migliore smorzamento acustico al di sotto degli 80 db a 10 m dall'automodello (convenzione secondo la ISO EN).

Invece da un punto di vista costruttivo la marmitta è realizzata da un corpo esterno, visibile, chiamato solitamente, **pipa** (verniciata, fig. 11, o lucidata, fig. 12. Anche questi influenzano la frequenza finale di risonanza), da **due coni contrapposti** alla base (chiamati, seguendo il percorso di scarico, cono divergente e cono convergente) coassiali alla pipa.



fig. 11

Marmitta, o pipa, di colore nero



fig. 12

Impianto di scarico in-line cromato

Il primo realizza l'espansione dei gas di scarico, il secondo (cono convergente) permette di respingere le onde necessarie per richiamare la miscela nel cilindro.

Il principio su cui si basa l'intero funzionamento, non è altro che quello dell'onda sonora che, raggiunta la seconda parte dello scarico, rimbalza indietro per effetto della conicità, richiamando, così, i gas freschi nel cilindro e favorendo un riempimento più ricco. Ovvero, l'onda di pressione che raggiunge l'estremità di un tubo aperto cambia di segno. Un'onda inviata all'interno di un tubo con una dell'estremità chiusa non cambia di segno.

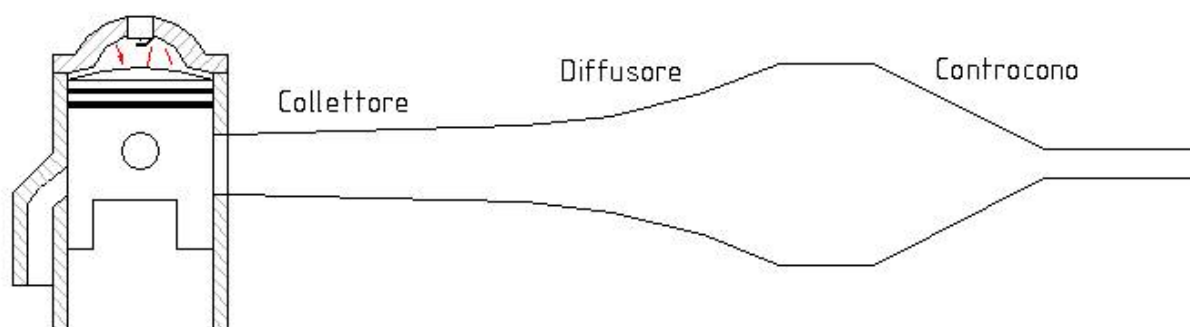
In una marmitta a tubo semplice l'onda positiva che esce dalla luce di scarico, appena questa viene scoperta dal pistone, cambia di segno alla fine del tubo, riflettendosi, con ridotta energia, di nuovo sulla luce di scarico ancora aperta. L'onda di depressione facilita l'espulsione dei gas combusti e quindi si riflette, comportandosi come in un tubo chiuso, con segno uguale all'estremità dello scarico per poi riflettersi nuovamente verso il cilindro con segno positivo. Quest'ultima onda di segno positivo, impedisce, in parte, la fuoriuscita dei gas incombusti.

Teoricamente l'impianto a tubo dritto sembra ottimale ma nella pratica, a causa delle bassissime pressioni e delle grandi quantità di energia cinetica consumata, si rivela un vero disastro.

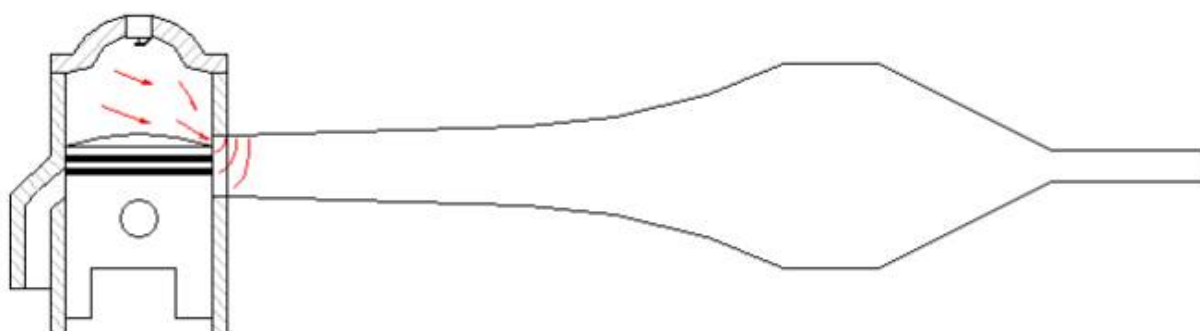
Al tubo dritto è stato applicato un cono (chiamato anche diffusore o megafono) che si comporta come un invertitore di energia. Le pareti divergenti del cono provocano una forte onda di depressione che facilita l'estrazione dei gas bruciati ma, purtroppo, anche dei gas incombusti. Per evitare la perdita dei gas freschi si aggiunge un controcono che riflette parte dell'onda di pressione positiva come se fosse un tubo chiuso, creando così un blocco per i gas. L'impulso deve arrivare prima che la luce di scarico si chiuda per forzare la miscela fresca nel cilindro. Alle parti sopra menzionate si aggiungono altre due sezioni: un tratto a diametro costante tra i due coni e un tubetto dritto all'estremità del controcono, detto spillo (vedi fig. 10).

Le fasi di questo principio sono riportate schematicamente qui sotto (sono stati riportati solo i due coni presenti nella marmitta e il cilindro):

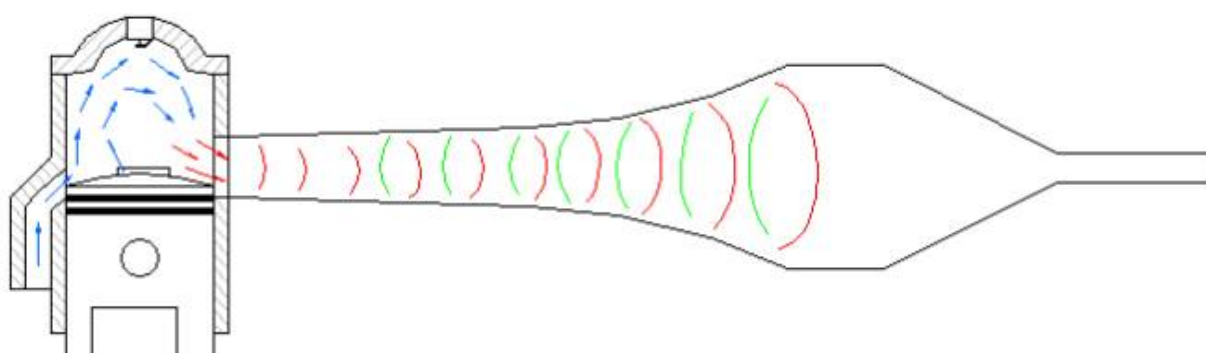
(Nota: nei disegni le frecce segnalano i gas e la loro direzione, invece gli archi segnalano le onde sonore)



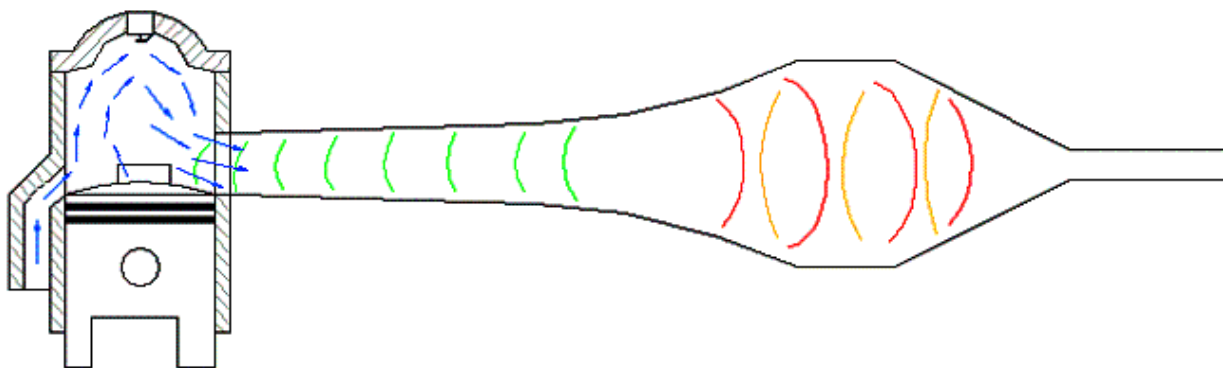
Dopo l'accensione inizia la fase di espansione dei gas combusti nella camera di scoppio. Il pistone si muove verso il punto morto inferiore (PMI).



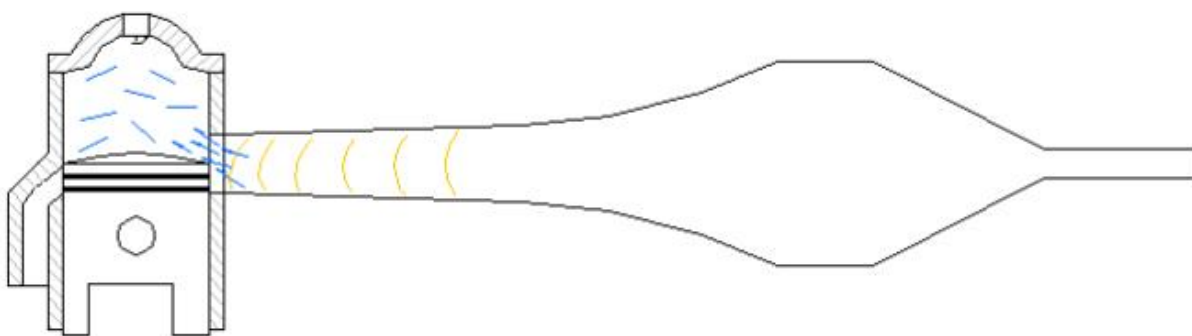
Il pistone scopre la luce di scarico. I gas cominciano ad uscire ad una velocità molto elevata, per questo motivo viene generata un'onda di pressione sonora che incomincia a viaggiare nel collettore.



A questo punto nel cilindro è già cominciata la fase di travaso (sono in parte aperte le luci di ammissione). Quando l'onda di pressione raggiunge il diffusore, si riflette in parte come onda di depressione o risucchio (di colore verde).



L'onda di depressione raggiunge il cilindro, dove aiuta la fuoriuscita dei gas di scarico e il riempimento del cilindro con la miscela fresca. Una parte della miscela viene risucchiata nella luce di scarico. Quasi nello stesso tempo l'onda di pressione non riflessa dal diffusore raggiunge il controcono della marmitta, dove si riflette come onda di pressione (di colore giallo).



A questo punto il pistone ha già chiuso i travasi. Poco prima che la luce di scarico viene chiusa, la raggiunge l'onda di pressione riflessa dal controcono. Questa onda spinge la miscela fuoriuscita nella luce di scarico nel cilindro, in pratica crea una lieve sovralimentazione.

Il terzo elemento di regolazione é rappresentato dal **terminale di scarico**, vedi fig. 13, che, al variare del diametro, si mostra molto sensibile a fattori come l'erogazione di potenza, la temperatura di esercizio ed ai consumi.

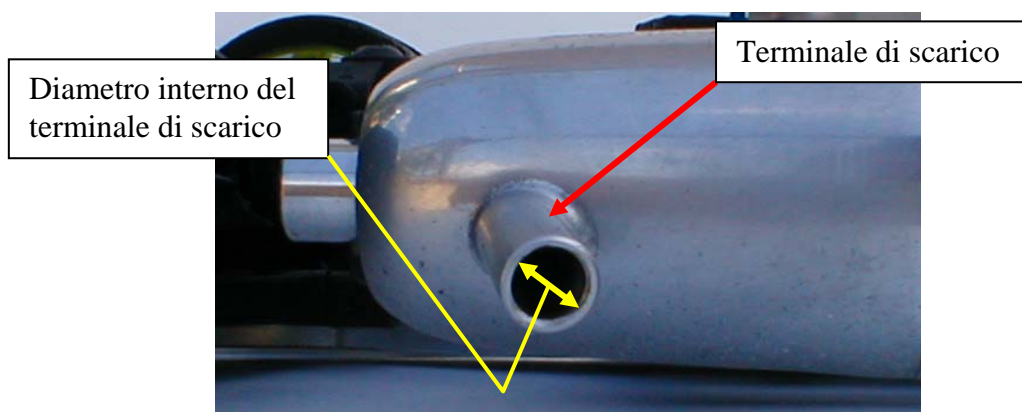


fig. 13

Terminale di scarico di una marmitta per automodelli RC/S in scala 1/10.

In realtà il tubetto deve avere, come da regolamento, un diametro interno massimo di 8 mm (per le 1/10 e 1/8), una lunghezza minima di 15 mm e una inclinazione, vedi fig. 14, rispetto all'asse della marmitta, minima di 52°.

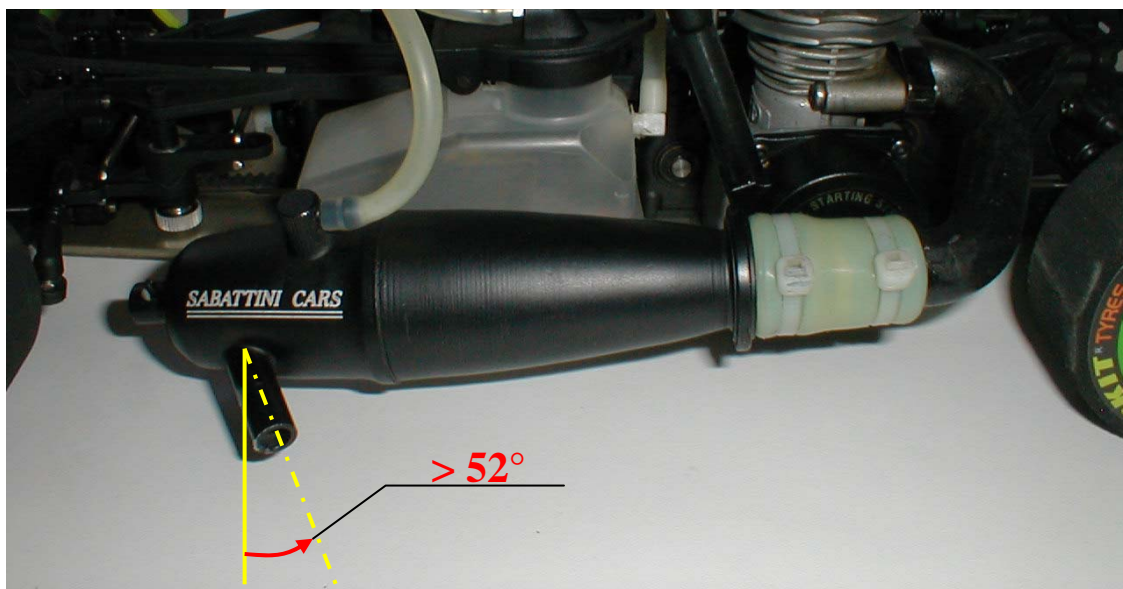


fig. 14

Inclinazione minima del terminale di scarico.

Ma é giusto sapere che, modificando il diametro interno del foro (ad es. si passa da 5 mm a 7 mm), si favorisce una coppia maggiore ed un deflusso dei gas più agevole a tutto vantaggio del surriscaldamento (l'espulsione dei gas, mediamente, avviene con velocità dell'ordine di 120 - 280 km/h). Di contro si aumentano i consumi, si riduce la velocità di punta e si crea una carburazione più grassa. Tutto questo ci fa capire che si tratta di un intervento estremo, da usarsi con piste gommatissime e temperature eccessivamente alte, consapevoli di andare incontro ad accelerazioni violente (incremento di circa $1,8 \text{ m/s}^2$), ad affaticamenti in uscita di curva, ma soprattutto a possibili problemi di carburazione troppo grassa ai bassi regimi.

Inoltre, la variazione del diametro interno del tubetto di uscita dei gas e la lunghezza dello stesso, influenza la distanza curvilinea. Infatti, ad un diametro minore ed una lunghezza maggiore deve corrispondere una distanza curvilinea corta. E viceversa.

Infine, il quarto elemento presente nell'impianto di scarico è il **manicotto** mostrato in fig. 15 dal cerchio giallo:

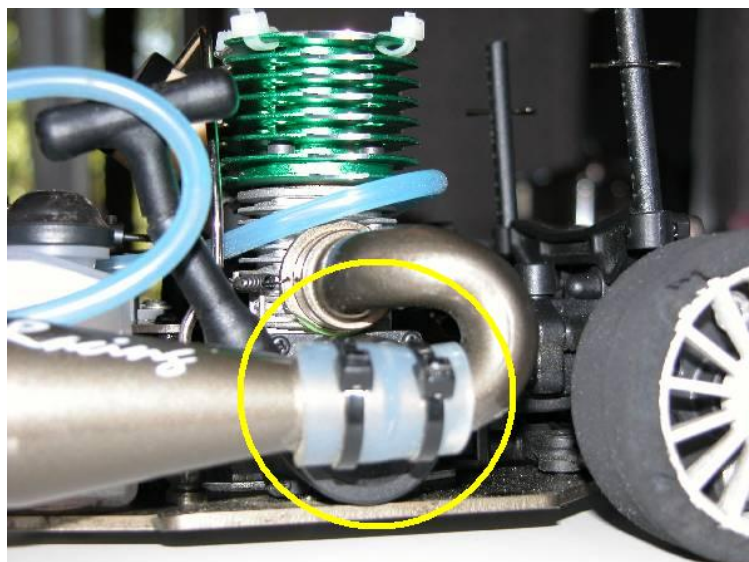


fig. 15

Manicotto di collegamento tra il collettore di scarico e la marmitta. Il manicotto è reso ermetico tramite due fascette nere stringitubo.

Il collegamento tra collettore e marmitta (no quelle in-line, vedi fig. 12) viene realizzato tramite un manicotto elastico in gomma al silicone. In gomma per smorzare le vibrazioni tra motore e marmitta; al silicone per resistere al calore che raggiunge temperature variabili tra i 130°C e i 200°C.

Il manicotto è fissato alle due estremità con fascette stringitubo (in fig. 15 sono di colore nero) o, meglio ancora, con un giro di filo di ottone cotto da 0,8 mm. Ben teso e arrotolato con una pinza, risulta indeformabile e quanto mai sicuro.

E' buona norma che il manicotto sia controllato periodicamente al fine di evitare crepe lungo la superficie esterna, dovute all'aggressione chimica dei prodotti presenti nei gas di scarico, e ad un'alterazione della risposta in risonanza. Il perché, di quest'ultimo punto, è spiegato dal fatto che il manicotto deve essere in sintonia con tutto il sistema di scarico.

Mentre, per le marmitte in-line, vedi fig. 12, al posto del manicotto, vi è un collare sempre al silicone, di colore rosso, nero o trasparente, che trova alloggiamento nella sede cilindrica della flangia di uscita del collettore, o va inserita nelle due gole presenti una in corrispondenza del collo della marmitta (sezione di ingresso dei gas) mentre l'altra nella parte terminale del collettore. Il tutto viene fissato tramite molle elicoidali (solitamente sono tre o quattro) di trazione poste lungo la periferia esterna dei due elementi.

DEFINIZIONE DI RISONANZA

Uno scarico è in condizioni di risonanza quando le onde di pressione hanno la medesima frequenza della vibrazione propria del sistema gassoso oscillante all'interno dello scarico. *In altre parole uno scarico è "in risonanza" quando il motore completa la fase di scarico in un periodo pari a quello di percorrenza dei gas combusti nell'espansione.* Questo vuol dire che l'intervallo nel quale uno scarico è "accordato" al funzionamento del motore è abbastanza ristretto.

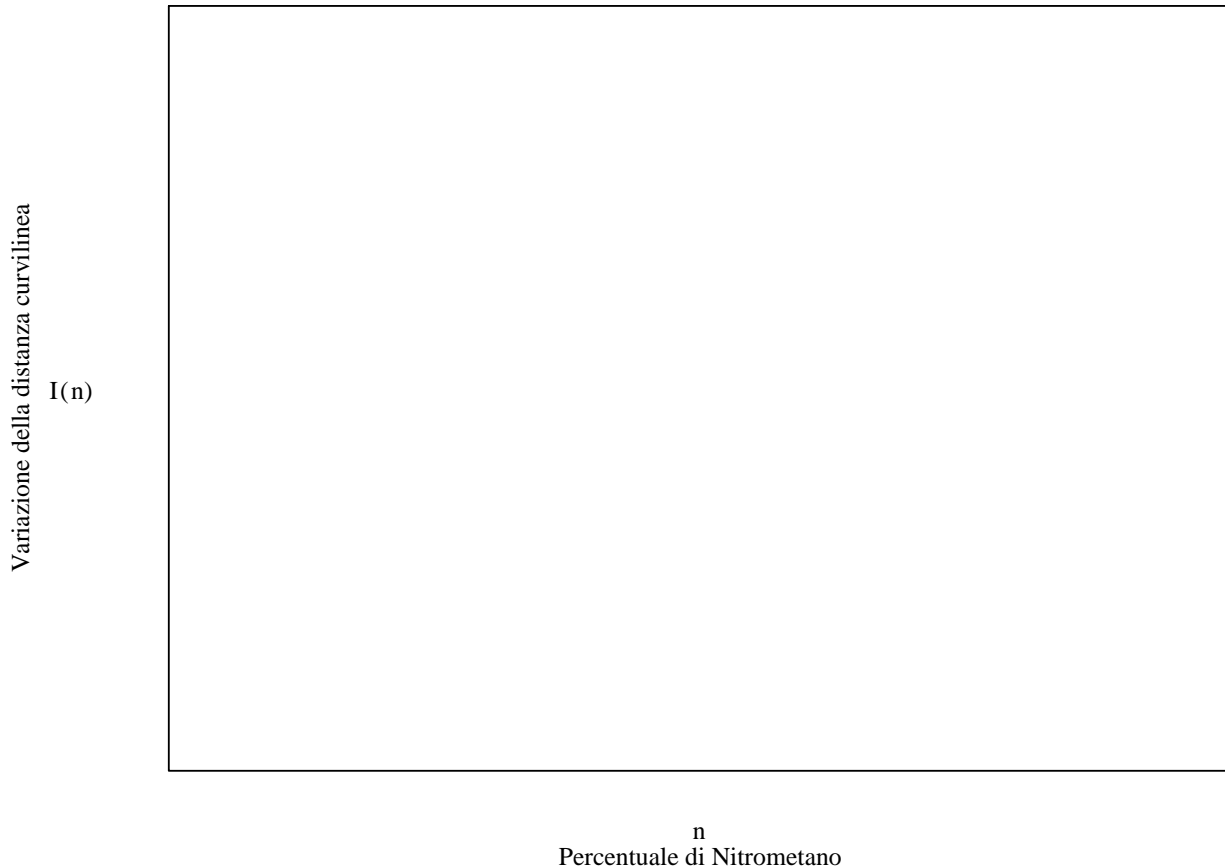
L'entrata in risonanza di un impianto di scarico è chiaramente avvertibile dal rumore che emette: la percussione effettuata dai gas di scarico alla frequenza propria di oscillazione del sistema porta una netta amplificazione delle vibrazioni, portando lo scarico ad emettere un suono di ampiezza molto elevata e decisamente argentino, metallico.

La frequenza di oscillazione propria dell'impianto di scarico si può variare in molti modi e tra questi sicuramente i più usati sono la variazione della lunghezza del collettore, ovvero la

distanza curvilinea dell'impianto di scarico, che varia approssimativamente secondo il seguente modello matematico:

$$V(n) = 0,00000674 \cdot n^5 - 0,000620 \cdot n^4 + 0,0205 \cdot n^3 - 0,293 \cdot n^2 + 2,0378 \cdot n - 8,0578 \quad (1) [mm]$$

Dove $V(n)$ rappresenta la variazione in mm da applicare alla distanza curvilinea dell'impianto di scarico, in base alla percentuale n di Nitrometano (compresa tra lo 0% ed il 30%) presente nella miscela. Tuttavia, per facilitare l'uso di questo modello matematico, lo si è rappresentati graficamente:



Variazione della distanza curvilinea in funzione della % di Nitrometano.

Come si osserva, la variazione della distanza curvilinea è decisamente particolare al variare di n ed ha un andamento pressoché lieve tra il 5% ed il 10% con una variazione di 1 mm , per poi divenire rapido all'aumentare della percentuale dei composti nitrati.

Tuttavia, la variazione della distanza curvilinea è stata ottenuta considerando motori glow-plug associati al giusto impianto di scarico (entrambi della stessa marca) e nel quale la camera di combustione è stata ampliata in volume per tenere conto della variazione di Nitrometano presente nella miscela. Pertanto, se si vuole intervenire sulla variazione della distanza curvilinea bisogna prendere come riferimento lo scarico (marmitta e collettore) associato al motore consigliato dalla casa (e non di altre marche) e poi agire, secondo la percentuale di Nitrometano presente nella miscela, considerando il valore corrispondente ad n .

Mentre, per quanto riguarda gli impianti di scarico non pertinenti al motore, sebbene siano sempre efficaci per il nostro obiettivo, la relazione (1) perde di validità.

Tuttavia, ci sono altri modi per variare la frequenza di oscillazione, come la variazione della carburazione ed il tipo di combustibile utilizzato.

Variare la frequenza propria di oscillazione dell'impianto di scarico permette di ottimizzare il rendimento del propulsore ad un range di giri prestabilito. Per dimostrare quanto detto è possibile utilizzare un programma liberamente scaricabile da internet avente il seguente indirizzo URL: www.mh-aerotoools.de/airfoils/javapipe_en.htm . Questa "applet" utilizza delle routine di calcolo decisamente semplificate, ma perfettamente adatte allo scopo, è scritta in linguaggio Java ed il codice è liberamente consultabile. L'algoritmo originario è stato progettato, scritto e messo a punto da Martin Hepperle (Martin.Hepperle9@MH-AeroTools.de).

In questa seconda parte, invece, cerchiamo di comprendere che effetti può avere il titolo della miscela carburata od il tipo di combustibile utilizzato sull'accordatura dell'impianto di scarico. Vale ricordare alcuni principi base relativi alla carburazione della miscela.

Ogni combustibile è caratterizzato da diversi parametri chimico-fisici che lo distinguono abbastanza pesantemente da un suo simile. Nel nostro caso il combustibile primario utilizzato è il Metanolo (o alcool Metilico) miscelato con quantità più o meno elevate di Nitrometano. Questo, aggiunto al combustibile primario, permette di bruciarne in maggior quantità introducendo ossigeno disponibile alla combustione in fase liquida e non gassosa.

Questo espediente, fortemente utilizzato in altri campi mediante altri sovralimentatori chimici come il protossido di azoto, produce un fronte di fiamma molto più "energico" dotato, quindi, di una più alta temperatura (per effetto dei calori latenti di vaporizzazione, comunque, il motore rimane mediamente più freddo). Innalzando la temperatura del fronte di fiamma si innalza inevitabilmente anche la temperatura dei gas di scarico che, di fatto, possiedono una differente velocità più alta, di propagazione dell'onda sonora.

Stesso effetto sulla temperatura dei gas di scarico viene prodotto dal titolo della miscela. Innalzando l'eccesso d'aria nella frazione carburata (ovvero si smagrisce) si incrementano le temperature nella camera di combustione (e complessivamente del motore) e si produce una combustione in un ambiente fortemente ossidante e quindi con un fronte di fiamma a temperatura più elevata. Il risultato è il medesimo ovvero innalzare le temperature dei gas di scarico e, quindi, la velocità della loro propagazione all'interno dell'impianto di scarico.

MANUTENZIONE

Nello scarico si accumula una serie di incrostazioni che si depositano sulle pareti dei due coni. Il tentare di eliminarli soffiando con il compressore una volta smontato il collettore, può non essere sufficiente. Il metodo più gettonato è quello di incendiarlo internamente, dopo aver preso le dovute precauzioni, con l'aiuto di alcool.

La lucentezza esterna della marmitta è più che altro un fattore estetico, la costante pulizia dell'interno, invece, fa sì che la marmitta abbia sempre una resa ottimale, perché in un lungo periodo d'uso senza interventi, può formarsi uno strato di incrostazione interna dovuta ai gas di scarico (Idrocarburi incombusti HC, Ossidi di Azoto NOx e Ossidi di Carbonio CO) e residui d'olio incombusto, che possono diminuirne l'efficacia.

Il modo migliore per rimettere a nuovo la marmitta, è bruciarla con un cannello a gas. Occorre munirsi di un cannello a fiamma, un secchio d'acqua, una paglietta metallica (quelle che si usano normalmente in cucina per sgrassare le pentole), detersivo in polvere e un paio di guanti da fabbro. Questo lavoro va fatto con molta perizia ed al buio o con pochissima luce.

Cominciamo con l'accendere il cannello tenendo una fiamma abbastanza alta rivolta sulla marmitta che, poco dopo, prenderà fuoco dall'interno...non preoccupatevi, si sta solo pulendo.

Quando la marmitta comincerà a diventare appena rossa (e questo si noterà solo al buio), spegniamo immediatamente la fiamma, altrimenti cola tutto.

Dopo alcuni secondi la marmitta riprenderà il colore abituale: l'afferriamo con le pinze e l'immergiamo nel secchio d'acqua. Ora la marmitta è tornata alla temperatura normale e, strofinandola nell'acqua con il detersivo e la paglietta, tornerà come nuova.

Un doveroso commento finale: troppo spesso gli automodellisti danno la colpa di tutto o quasi tutto al motore che non rende come vorrebbero ed invidiano sempre quello degli altri, dimenticando invece di curare la messa a punto e di fare una buona manutenzione, cose che sono fondamentali per le prestazioni del motore e dei suoi accessori. Così facendo, riescono ad utilizzarne solo il 50% della potenzialità.

Al momento del riassettaggio assicuratevi che il collettore, il manicotto in silicone o la guarnizione non presentino crepe o fori. Per ultimo, soffiare nella presa di pressione che porta al serbatoio per verificare che non ci siano ostruzioni.

Va detto anche che per ottenere il massimo dal vostro scarico sarà necessario fare un gran numero di prove, in diverse condizioni e con diverse lunghezze del collettore: l'impegno sarà ampiamente ripagato in gara.

IL COLLETTORE

Il collettore é l'elemento che unisce il motore allo scarico o più volgarmente alla marmitta. Esso deve risultare il più lineare possibile, vedi fig. 16, e non dovrà presentare curve brusche o sbalzi improvvisi, vedi fig. 17, per evitare la formazione di turbolenze, soprattutto in considerazione del fatto che l'espulsione dei gas avviene a diverse centinaia di chilometri all'ora: 150-280 km/h.

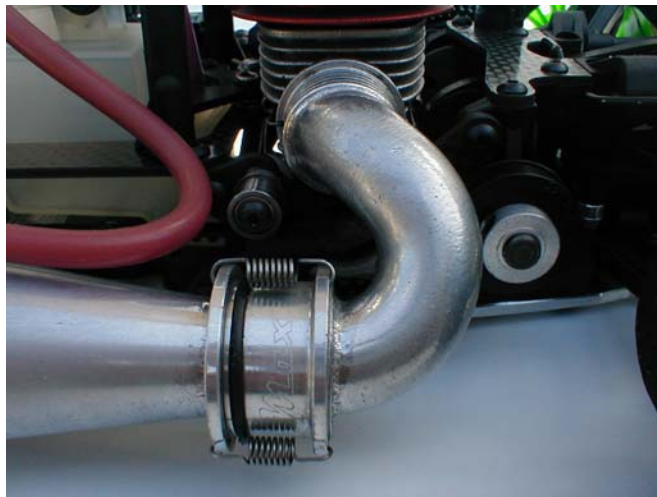


fig. 16

Collettore conico di scarico corto a due raccordi cromato della Max Power.



fig. 17

Collettore di scarico lungo a due raccordi cromato.

Viene realizzato in lega di alluminio in modo da risultare leggero, avere una deformazione termica volumetrica trascurabile e una buona capacità di smaltimento del calore addotto dai gas, al fine di evitare di cambiare le caratteristiche di risonanza e la distanza curvilinea del sistema di scarico per effetto della dilatazione termica.

Tuttavia, tale distanza può essere modificata intervenendo sulla lunghezza del collettore oltre su altri elementi dello scarico.

La superficie interna del collettore viene solitamente rettificata per ridurre al minimo le perdite di carico (ovvero le perdite di pressione e di velocità dei gas di scarico: teoria della fluidodinamica).

Mentre, la superficie esterna solitamente viene lucidata e cromata (vedi figg. 15, 16) per riflettere le radiazioni esterne provenienti per irraggiamento dal motore e dalla marmitta al fine di non variare la sua temperatura di esercizio che si aggira tra i 180° - 250°C. Perché anche questa si ripercuote sulla risonanza.

Per quanto riguarda invece i collettori con superficie scura, vedi fig. 18,



fig. 18

Collettore di scarico lungo a due raccordi laccato nero

Essi vengono realizzati con tali accorgimenti proprio perché hanno bisogno, in generale, di raggiungere la temperatura di esercizio che non sarebbe possibile con il solo materiale e la geometria dello stesso. I colori maggiormente usati sono il nero e il grigio.

Anche il diametro riveste un ruolo importante poiché a seconda del valore si riducono o si aumentano i fenomeni di turbolenza e di laminazione del flusso in corrispondenza della superficie interna del collettore.

Per evitare che tali caratteristiche vengano inficiate dal depositarsi degli oli incombusti è preferibile pulire periodicamente (ad es: ogni tre ore) la superficie interna con un cannello, come si è visto per le marmitte.

Infine, esistono, per alcuni tipi di automodelli appartenenti alla categoria Rally Game, economica, sistemi di scarico che realizzano in un sol pezzo il collettore e la marmitta, vedi fig. 19.

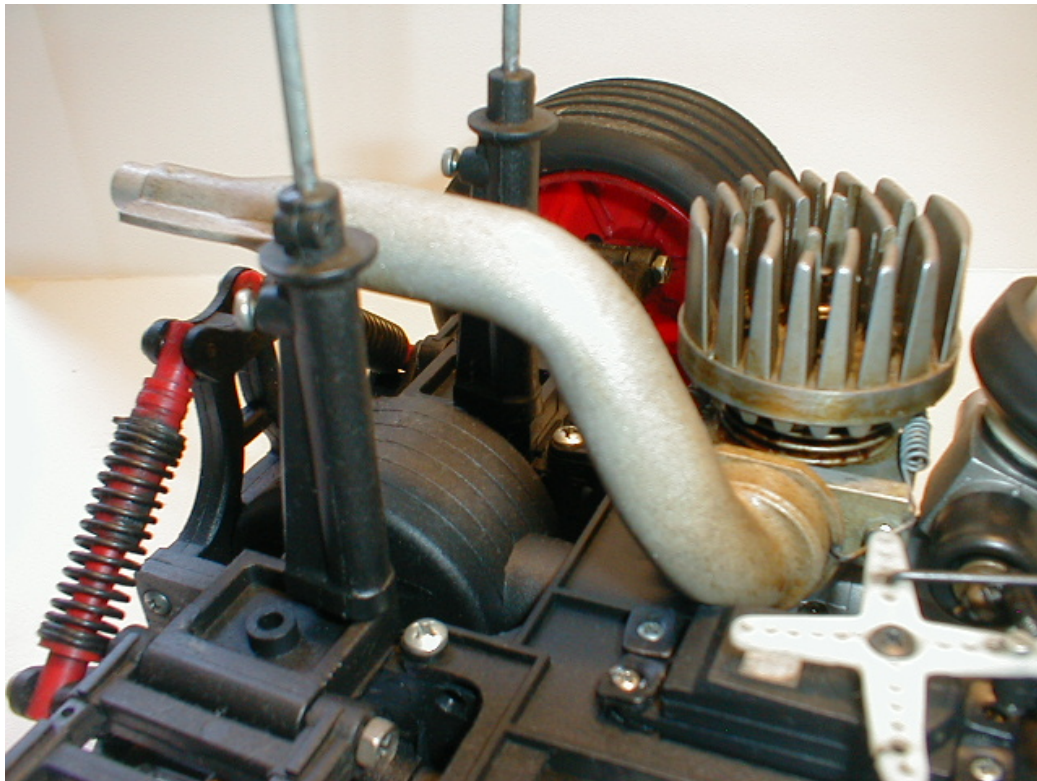


fig. 19

Sistema di scarico dove il collettore e la marmitta sono in un solo pezzo.

In questo caso la distanza curvilinea, vedi fig. 20, è la seguente:

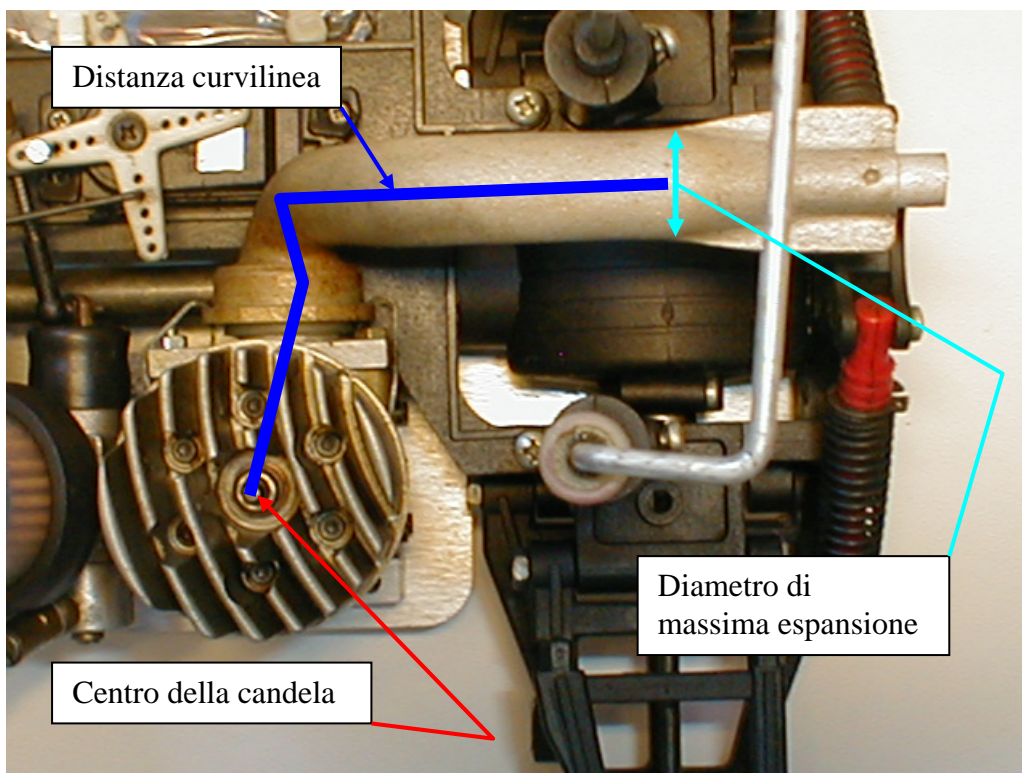


fig. 20

Distanza curvilinea di un sistema di scarico per automodelli RC/S Rally Game 1/8.

Dopo avere esaminato accuratamente le caratteristiche di un impianto di scarico a risonanza, citiamo come è possibile variare la risposta del motore intervenendo anche su altri fattori.

ELEMENTO	EFFETTI
Distanza curvilinea dell'impianto di scarico corta	Si ha minor ripresa ai bassi regimi ed un aumento della velocità di punta
Distanza curvilinea dell'impianto di scarico lunga	Si ha più ripresa ai bassi regimi ed una riduzione della velocità di punta
Diametro di uscita del cono convergente grande (quello più piccolo)	Si ha una coppia maggiore, una carburazione più grassa e di conseguenza un minore surriscaldamento del motore dovuto alla migliore evacuazione dei gas di scarico, ma anche un maggior consumo, abbinato ad una minore velocità di punta
Diametro di uscita del cono convergente piccolo (quello più piccolo)	Si ha una coppia minore, una carburazione più magra e di conseguenza un maggiore surriscaldamento del motore dovuto ad una riduzione di evacuazione dei gas di scarico, ma anche un minor consumo, abbinato ad una maggiore velocità di punta
Diametro interno del terminale di scarico più grande	Si favorisce una coppia maggiore ed un deflusso dei gas più agevole a tutto vantaggio del surriscaldamento. Di contro si aumentano i consumi, si riduce la velocità di punta e si crea una carburazione più grassa.
Diametro interno del terminale di scarico più piccolo	Si favorisce una coppia minore ed un deflusso dei gas meno agevole a tutto svantaggio del surriscaldamento. Di contro diminuiscono i consumi, aumenta la velocità di punta e si crea una carburazione più magra.
Diametro interno del terminale di scarico piccolo e lunghezza del tubetto di scarico lunga	Deve corrispondere una distanza curvilinea corta.
Diametro interno del terminale di scarico grande e lunghezza del tubetto di scarico corta	Deve corrispondere una distanza curvilinea lunga.
Collettore di scarico conico	Velocità di punta più alta, minore ripresa e maggiori consumi.
Collettore di scarico normale	Velocità di punta bassa, maggiore ripresa e minori consumi.
Collettore filtro di aspirazione aria lungo	Maggiore ripresa del motore, bassa velocità di punta.
Collettore filtro di aspirazione aria corto	Minore ripresa del motore, alta velocità di punta.
Diametro Venturi grande	Aumentano i consumi ma anche la velocità di punta.
Diametro Venturi piccolo	Diminuiscono i consumi ma anche la velocità di punta.