

LA FRENATA DI UN AUTOVEICOLO NON DOTATO DI ABS (EDUCAZIONE ALLA SICUREZZA STRADALE).

A cura di Nicola SANTORO.

PREMESSA: Le continue “stragi del sabato sera”, che coinvolgono principalmente tanti giovani, e la consapevolezza personale maturata dopo aver frequentato un corso di guida agonistico/sportiva, mi hanno spinto a proporre ai miei allievi, a margine del corso di Fisica (meccanica), una lezione tutta dedicata alla frenata di un autoveicolo (una sintesi dei miei appunti scritti durante il corso di guida). Una risorsa in più per far prevalere il “buon senso” nella guida degli autoveicoli di tutti i giorni, imparando nel contempo utili nozioni di Fisica. Si tratta, cioè, di un ampliamento delle nozioni esposte nei comuni manuali in uso presso le autoscuole.

LA DISTANZA D'ARRESTO E I SUOI PARAMETRI:

La distanza di arresto è la somma di due tratti di strada: il primo è quello percorso dal veicolo durante il tempo di reazione del conducente, vale a dire il tempo che intercorre tra l'istante in cui il conducente percepisce la necessità di frenare e quello in cui interviene sui comandi; il secondo è quello percorso dal veicolo durante l'azione frenante fino all'arresto (spazio di frenata). Il tempo di reazione di un conducente non affaticato e con prontezza di riflessi è in media di un secondo; lo spazio percorso in un secondo si ottiene dividendo la velocità in Km/h per 3,6. Per esempio, a 90 Km/h si percorrono in un secondo $90 : 3,6 = 25$ metri.

I parametri che agiscono sulla distanza di arresto sono molteplici e sono correlati tra loro in modo assai complesso; è bene, quindi, esaminarli brevemente in dettaglio per comprendere il procedimento nella sua totalità.

LA VELOCITA'

Questo fattore è di gran lunga il più importante, perché è sotto il diretto controllo del conducente. La distanza di arresto aumenta in funzione del quadrato della velocità (circa). Questo significa che, mentre raddoppia la velocità, la distanza di arresto quadruplica; quando la velocità triplica, la distanza di arresto viene moltiplicata per nove e così via. Inoltre, all'aumentare della velocità, a parità di ogni altro parametro, diminuisce il coefficiente di attrito pneumatico-asfalto (questo è un dato trascurato dalla maggior parte degli automobilisti e si spiega, in parte, con il maggior effetto portante dovuto all'aumento di velocità).

IL COEFFICIENTE DI ATTRITO

Il grado di aderenza fra pneumatico e asfalto dipende obbligatoriamente dalle caratteristiche di questi due elementi. Quando si parla di pneumatici si pensa al tipo, alla pressione, alle dimensioni, al loro stato e struttura. Per quanto riguarda il manto stradale, l'attrito (o meglio l'aderenza) varierà in funzione dello stato e del tipo di rivestimento della strada. La distanza di arresto è inversamente proporzionale (circa) al valore del coefficiente di attrito; vale a dire, più il coefficiente di attrito

diminuisce, più la distanza di arresto aumenta. Ad es. su una superficie con coefficiente 0,8 avremo una distanza di arresto di 12,5 metri, a 50 Km/h, sempre che i pneumatici siano in buone condizioni. Nelle stesse condizioni, una superficie ghiacciata con un coefficiente di 0,05 moltiplicherà questa distanza per 16, cioè 200 metri.

LA PENDENZA DELLA STRADA

La distanza di arresto aumenta o diminuisce proporzionalmente al dislivello della strada, a seconda che l'auto stia procedendo in salita o in discesa. Ritornando all'esempio precedente, poniamo il caso in cui la vettura debba frenare discendendo una collina, e la strada presenti una pendenza pari al 10% (un dislivello di 10 metri per ogni 100 metri di lunghezza). Lo spazio di frenata non sarà più di 12,5 metri ma si allungherà in conseguenza di quel 10% dovuto alla pendenza, passando a 14 metri. Se invece la vettura si trova in salita, lo spazio di arresto diminuirà di 1,5 metri.

IL PESO DEL VEICOLO

Durante una frenata al limite (mi riferisco a veicoli privi di ABS), il peso della vettura influisce sulla distanza di arresto, a causa dello sforzo maggiore che bisogna esercitare sul pedale del freno. Al contrario, durante una frenata al bloccaggio, anche se il veicolo è pesante la distanza di arresto si allungherà di poco. Nel caso di un veicolo con rimorchio, il peso supplementare influenzerà nettamente il peso del veicolo trainante. Quindi sarà bene aumentare la distanza di sicurezza, allontanandosi dalla vettura che precede, in previsione di uno spazio di arresto necessariamente maggiore.

I FRENI

Un dispositivo di frenatura in buone condizioni meccaniche è essenziale per ottenere una frenata sicura. Le prestazioni della frenata dipendono in gran parte dal tipo di dispositivo installato. I freni a disco offrono distanze di arresto più brevi e si surriscaldano meno di quelli a tamburo, in caso di frenata al limite. I freni a disco aerati e semimetallici rispondono meglio a condizioni di frenata gravose. Comunque il sistema ABS è, senza dubbio, l'invenzione del secolo che permette di ridurre di molto la distanza di arresto, sino al 40%. Lo spazio di frenata non varia se il sistema è munito di servofreno, varia invece la pressione da esercitare sul pedale del freno.

L'ABILITA' DEL CONDUCENTE

Il conducente che è padrone delle varie tecniche di frenata in una data situazione, e le esegue con abilità, sarà in grado di arrestare il veicolo in uno spazio di frenata minimo e garantirà il controllo della vettura. Ma il ruolo del conducente non è solo quello di schiacciare il pedale del freno, chi guida deve prima percepire il pericolo e poi reagire intervenendo sui comandi. I due o tre secondi (o ancora di più) che trascorrono durante la percezione e la conseguente reazione allungano di molto la distanza di arresto. Sarebbe dunque più corretto parlare di "distanza complessiva di arresto"

L'ADERENZA DEI PNEUMATICI

Durante una frenata, maggiore è il coefficiente di aderenza che offre il pneumatico, più breve sarà la distanza di arresto. (Aderenza = rotolamento; attrito = strisciamento) Per questo motivo quando si effettua una frenata al limite su una superficie asfaltata o in cemento (asciutta o bagnata che sia), con pneumatici invernali la distanza di arresto risulterà maggiore rispetto a quella con pneumatici estivi mediamente consumati. Su ghiaccio o neve fresca, i pneumatici chiodati o quelli da neve offrono dei vantaggi sicuri. E' bene ricordare tuttavia che nella frenata al bloccaggio la distanza necessaria per fermare il veicolo sarà identica qualunque sia il tipo di pneumatico usato, per effetto dello slittamento che si verifica su qualsiasi tipo di superficie.

L'AERODINAMICA

Per quanto riguarda l'aerodinamica sull'arresto di un veicolo, questa è appena percettibile. Le distanze di arresto, infatti, per una vettura che offra una forte resistenza aerodinamica, come un'ambulanza, saranno ridotte solamente di qualche centimetro rispetto a una vettura con carrozzeria più bassa.

LA TEMPERATURA ATMOSFERICA

Sperimentalmente si è constatato che, se la temperatura atmosferica è particolarmente alta (caldo torrido estivo) le distanze di arresto aumenteranno (i dati sono riferiti ad una frenata effettuata su una superficie stradale normale).

LA DISTANZA COMPLESSIVA DI ARRESTO:

Bisogna notare che i calcoli riportati nelle tabelle dei vari manuali in uso presso le autoscuole sono, in verità, approssimati per difetto: se la nostra distanza di sicurezza, da mantenere dal veicolo che ci precede, fosse basata su questi calcoli, avremmo già un discreto margine di sicurezza. In realtà, come vedremo, la distanza reale di sicurezza dovrebbe essere ben maggiore!

La distanza complessiva di arresto comprende: la distanza che l'auto percorre prima che il conducente percepisca il pericolo, la distanza percorsa mentre il conducente reagisce alla situazione di pericolo, la distanza percorsa mentre si inizia la frenata e la distanza di frenata stessa. Quello che realmente accade è che il pericolo appare davanti al guidatore un attimo prima che gli occhi lo percepiscano e quindi trasmettano l'impulso al cervello che, dopo averlo analizzato, deve inviare la risposta agli organi deputati. La risposta è dunque trasmessa ai muscoli del piede destro, che lascia l'acceleratore per portarsi sul pedale del freno. Solo allora i freni cominciano ad agire. Analizziamo in dettaglio ognuna delle componenti della distanza totale d'arresto.

IL TEMPO DI PERCEZIONE

E' il tempo che impiega il guidatore a individuare la presenza di un oggetto, tempo che può variare di qualche decimo di secondo da un soggetto a un altro. Il 5% dei guidatori impiega più di un secondo a percepire un pericolo, mentre il tempo medio corrisponde generalmente a 0,8 secondi.

Due i fattori che possono provocare un aumento del tempo di percezione:

La Distrazione. Sia che provenga dall'interno che dall'esterno della vettura, è spesso causa di sorprese poco piacevoli. Siate sempre molto attenti, quando guidate!

I Disturbi visivi. Possono essere causati da debilitazione fisica del conducente, guida in stato di ebbrezza, o sotto l'effetto di sostanze medicinali o droghe. La percezione può anche ridursi a causa della stanchezza o per la mancanza di occhiali correttivi. Anche l'oscurità, le intemperie possono ridurre la percezione dei pericoli. Infine, la visibilità può essere limitata da fari o parabrezza sporchi. Per motivi pratici di calcolo il tempo di percezione viene fissato a un secondo. Ecco un metodo di conversione rapida, anche se approssimato, per il calcolo dei metri percorsi durante un secondo: $velocità \text{ in Km/h} * 3/10 = x \text{ m/s}$. Esempio: $90 \text{ Km/h} * 3/10 = 27 \text{ m/s}$ (in ottimo accordo con i 25 m/s calcolati in precedenza).

IL TEMPO DI REAZIONE

Nel tempo di reazione del conducente è compreso sia l'intervallo di tempo perché il cervello sia in grado di inviare la risposta alla periferia, sia quello per la reazione muscolare. Esaminiamo prima di tutto il *tempo di reazione intellettuale*: esso comprende l'intervallo di tempo che intercorre dal percepire lo stimolo esterno e si conclude con l'ordine di frenare dato dal cervello al piede. Include la comprensione del problema, la risposta emotiva - che può influire sul messaggio ricevuto - l'azione volontaria e la reazione stessa. Questo breve periodo, che può variare da due decimi di secondo a un secondo, è dedicato alla reazione e alla elaborazione della risposta (ad es. frenare). Il *tempo di reazione muscolare* varierà da un decimo a due decimi di secondo: per quel breve istante necessario al piede destro di spostarsi tra i pedali. Sul tempo di reazione del guidatore, influiscono anche i tre parametri seguenti: la prontezza di riflessi, l'esperienza, e la complessità stessa del problema da affrontare. In pratica nei calcoli che effettueremo il tempo medio di arresto sarà fissato a 3/4 (circa sette decimi) di secondo e comprenderà anche il tempo medio per le relative reazioni intellettive nonché muscolari.

IL TEMPO DI REAZIONE DEL SISTEMA FRENI

Dal momento in cui il guidatore appoggia il piede sul pedale del freno, trascorre circa un decimo di secondo (inerzia del sistema) prima che i freni comincino a funzionare. Si può ridurre questo tempo installando tubi flessibili aeronautici con rivestimento in acciaio, in alternativa a quelli in gomma.

ESEMPIO DI CALCOLO COMPLETO DELLA DISTANZA COMPLESSIVA DI ARRESTO:

Supponiamo di considerare un veicolo in condizioni ottimali su strada con fondo asciutto e liscio (coefficiente d'attrito 0,8). Eseguiamo il calcolo per una velocità di 40 Km/h; 80Km/h; 120 Km/h :

percezione del pericolo ($V * 3/10$) = 12 m; 24 m; 36 m.

reazione del conducente ($3/4 s$) = 9 m; 18 m; 27 m.

reazione dei freni ($0,1 s$) = 1,2 m; 2,4 m; 3,6 m.

distanza di arresto ($V^2/200$) = 8 m; 32 m; 72 m.

distanza complessiva di arresto = 30,2 m; 76,4 m; 138,6 m.

Osservate, infine, come le varie distanze percorse varino in funzione della velocità!