

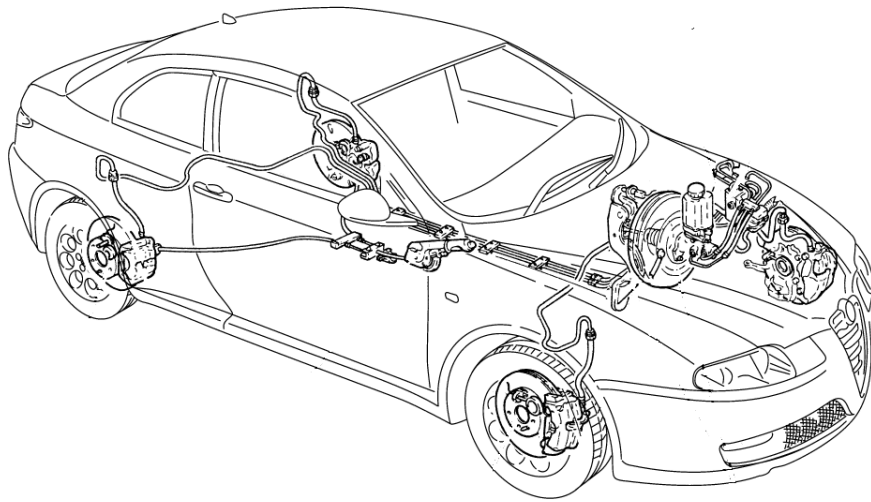
# **SISTEMI DI FRENATURA**



## INDICE

SISTEMI DI FRENATURA .....	1
INDICE .....	2
1. FRENATURA.....	3
1.1. TIPOLOGIE DI IMPIANTO DI FRENATURA .....	4
1.2. TIPOLOGIE DI COMANDO .....	5
1.2.1. SCHEMA IDRAULICO A "X".....	6
1.3. DINAMICA DELLA FRENATURA .....	7
1.3.1. COEFFICIENTE DI ADERENZA .....	7
1.3.2. FATTORI DI INFLUENZA DEL COEFFICIENTE DI ADERENZA.....	8
1.4. FORZA FRENANTE.....	9
1.5. RIPARTIZIONE DELLA FORZA FRENANTE SUGLI ASSI.....	10
1.6. SPAZI DI FRENATA.....	11
1.7. TEMPI DI FRENATA.....	12
2. COMPONENTI IMPIANTO FRENANTE .....	13
2.1. PEDALE FRENO.....	14
2.2. SERVOFRENO A DEPRESSIONE.....	16
2.2.1. FUNZIONAMENTO DEL SERVOFRENO A DEPRESSIONE.....	17
2.3. CORRETTORE DI FRENATA.....	18
2.3.1. CORRETTORE DI FRENATA: FUNZIONAMENTO.....	19
2.4. FRENI A DISCO.....	20
2.5. FRENI A TAMBURO.....	21
2.6. FRENO DI STAZIONAMENTO.....	22
2.7. FLUIDI PER IMPIANTO FRENANTE.....	23
3. SISTEMI DI FRENATURA SERVOASSISTITA .....	24
3.1. SCORRIMENTO DEL PNEUMATICO .....	24
3.2. VARIAZIONE DELL'ADERENZA CON LO SCORRIMENTO .....	25
3.3. ADERENZA TRASVERSALE .....	26
3.4. COMPORTAMENTO DEL VEICOLO IN FASE DI FRENATURA .....	27
3.5. SISTEMA ANTIBOCCAGGIO.....	28
3.5.1. FRENATURA IN CURVA.....	29
3.5.2. SUPERAMENTO DI UN OSTACOLO .....	30
3.6. IMPIANTO ABS.....	31
3.7. FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA .....	33
3.8. CENTRALINA ELETTROIDRAULICA.....	34
3.9. SCHEMA IDRAULICO CENTRALINA ELETTROIDRAULICA .....	35
3.10. FUNZIONAMENTO CENTRALINA ELETTROIDRAULICA.....	36
3.10.1. FASE DI RIPOSO.....	36
3.10.2. FASE DI AUMENTO DELLA PRESSIONE .....	37
3.10.3. FASE DI RIDUZIONE DELLA PRESSIONE .....	38
3.10.4. FASE DI MANTENIMENTO DELLA PRESSIONE.....	39
3.10.5. RILASCIO DEL PEDALE FRENO.....	40
3.11. FUNZIONE EBD.....	41
3.11.1. FUNZIONAMENTO EBD.....	42
4. DISPOSITIVI DI CONTROLLO / REGOLAZIONE MOTRICITA': ASR.....	43
4.1. FUNZIONAMENTO IDRAULICO ASR.....	44
5. IMPIANTO DI CONTROLLO STABILITA' VEICOLO: ESP / VDC .....	45
5.1.1. SOTTOSTERZO DEL VEICOLO.....	47
5.1.2. SOVRASTERZO DEL VEICOLO.....	48
6. ASSISTENZA IN FRENATA DA PANICO .....	49
6.1. SERVOFRENO CON DISPOSITIVO E.V.A.....	50

## 1. FRENATURA



**FUNZIONI:** la frenatura di un autoveicolo ha due diverse funzioni:

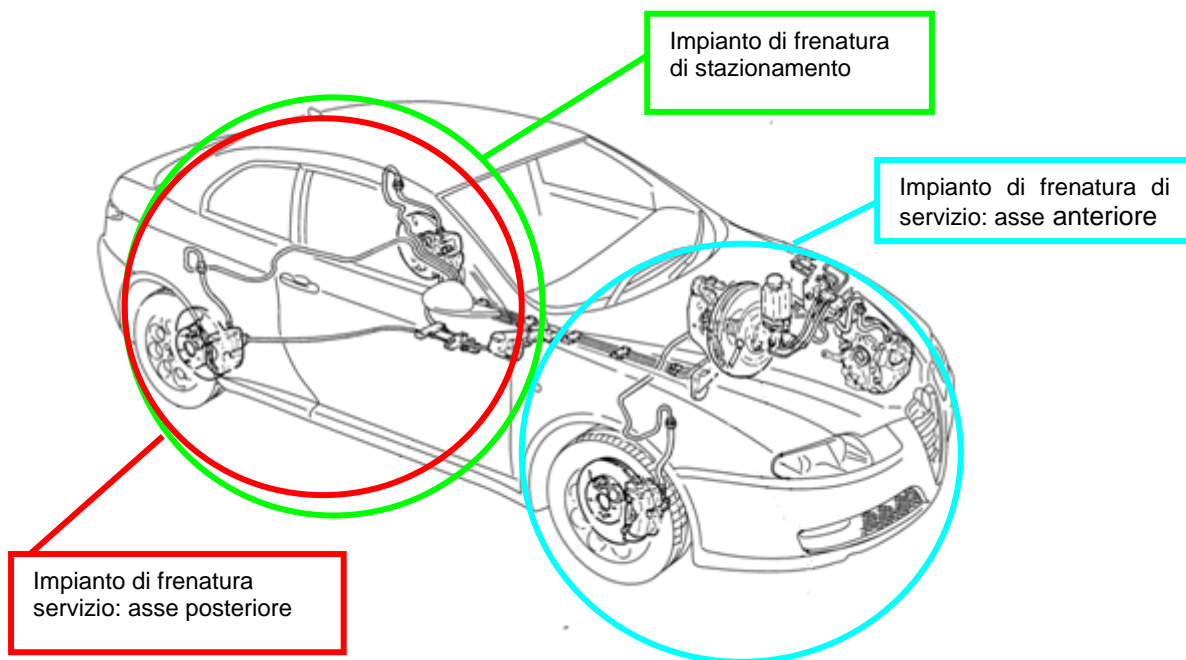
- permettere la diminuzione della velocità veicolo durante la marcia, provocandone il rallentamento e, in caso di necessità, l'arresto entro spazi ragionevolmente contenuti
- mantenere fermo il veicolo quando esso si trovi in sosta, specie nel caso di strada in pendenza.

**MODALITA':** la frenatura viene realizzata trasformando l'energia cinetica posseduta dal veicolo in lavoro di attrito e quindi in calore, che viene disperso nell'aria; l'organo deputato a realizzare tale operazione è il freno.

**FRENO:** negli autoveicoli si intende per freno uno specifico organo, comandato dal guidatore applicando una forza ad una apposita leva (a pedale), capace di creare un'azione contraria alla velocità del veicolo stesso; azioni dello stesso tipo vengono anche esercitate dalle cosiddette resistenze passive del moto, quali la resistenza aerodinamica, quella del rotolamento, quella causata dagli attriti del motore e della trasmissione, ma l'unica controllabile (e modulabile) dal conducente è quella esercitata tramite il freno.

**POTENZE RICHIESTE:** generalmente il freno si oppone al moto di rotazione delle ruote stesse e degli organi rotanti ad esse collegati; ma anche, indirettamente, crea forze che si oppongono alla velocità di marcia del veicolo grazie all'aderenza delle ruote al suolo; le potenze così richieste al freno sono elevatissime, dell'ordine delle centinaia di kW per le automobili, ancora di più per i veicoli commerciali.

## 1.1. TIPOLOGIE DI IMPIANTO DI FRENATURA



Impianto di frenatura di stazionamento

Impianto di frenatura di servizio: asse anteriore

Impianto di frenatura servizio: asse posteriore

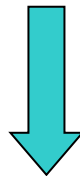
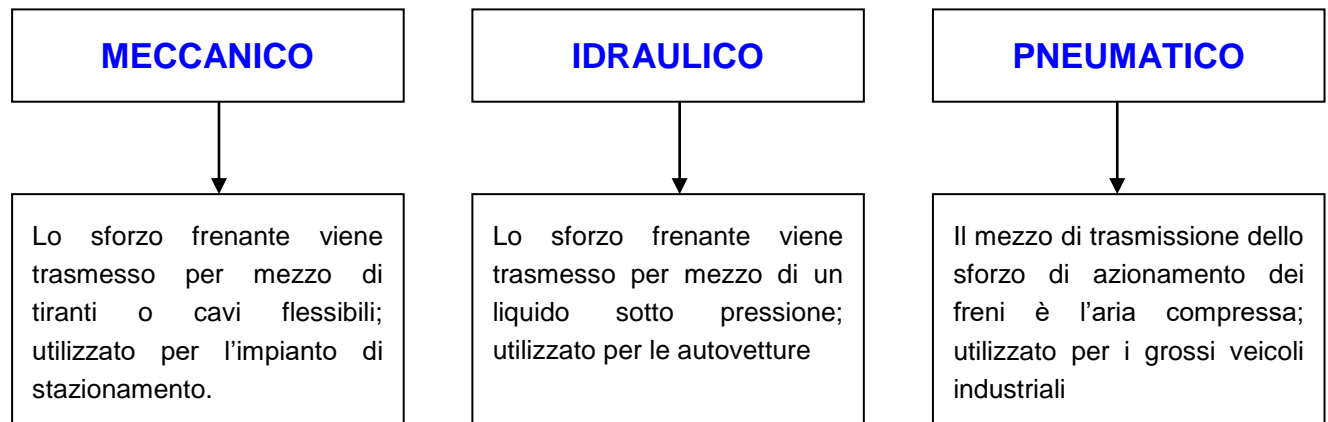
**SISTEMI FRENANTI:** per soddisfare le due distinte condizioni di funzionamento sopra esposte, i sistemi frenanti degli autoveicoli sono costituiti da due diverse sezioni.

**IMPIANTO DI FRENATURA DI SERVIZIO:** l'impianto di servizio (freno a pedale) permette di ridurre la velocità del veicolo, di mantenere costante la velocità del veicolo su una strada in discesa e consentire l'arresto del veicolo; questo impianto viene utilizzato durante il funzionamento normale del veicolo; la frenata viene regolata progressivamente con la pressione esercitata sul pedale freno e agisce su tutte le ruote; l'impianto è sdoppiato in due circuiti indipendenti per ragioni di sicurezza.

**IMPIANTO DI FRENATURA DI SOCCORSO:** l'impianto di soccorso interviene, in genere con efficienza ridotta, quando quello di esercizio si guasta; questo impianto non costituisce un terzo impianto autonomo in aggiunta a quelli di servizio e di stazionamento; esso può essere il circuito dell'impianto di frenatura di servizio funzionante o un freno di stazionamento ad azione progressiva.

**IMPIANTO DI FRENATURA DI STAZIONAMENTO:** l'impianto di stazionamento (freno a mano) svolge il compito di tenere bloccato il veicolo in assenza del guidatore (in discesa, in sosta, ecc.); per motivi di sicurezza il freno di stazionamento deve presentare un collegamento meccanico tra il dispositivo di azionamento e il freno della ruota; può essere per esempio realizzato con un cavo di acciaio.

## 1.2. TIPOLOGIE DI COMANDO



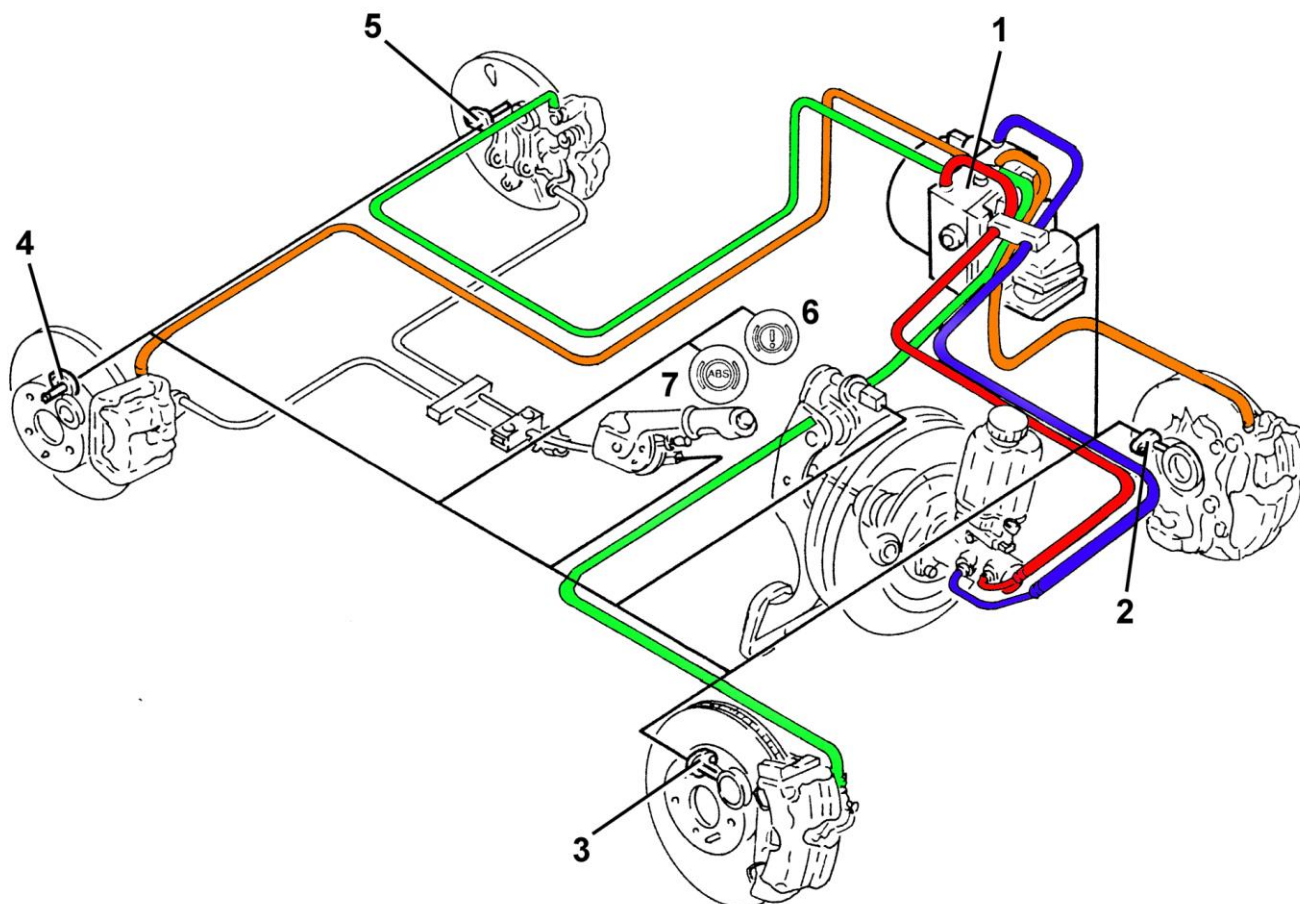
**SISTEMA DI FRENATURA IDRAULICO:** il sistema di frenatura idraulico utilizza la pressione di un liquido per trasmettere lo sforzo frenante dal pedale di comando agli organi frenanti posti in corrispondenza delle ruote.

**PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO:** una pompa, comandata dal pedale freno e collegata al serbatoio di alimentazione del liquido, trasmette la pressione raggiunta a quattro attuatori idraulici montati sui freni, la cui azione sulle guarnizioni frenanti assicura la frenata del veicolo; il comando della pompa avviene nella maggior parte dei casi con l'ausilio di un apparecchio moltiplicatore dello sforzo (servofreno); in molte applicazioni viene inoltre adottato un riduttore di pressione al retrotreno che modula l'azione frenante posteriore in funzione della pressione frenante oppure del carico gravante sull'asse posteriore.

**SCHEMI ADOTTATI:** il circuito idraulico è sempre di tipo sdoppiato (per motivi di sicurezza), nel quale esistono due circuiti indipendenti per l'avantreno ed il retrotreno; varianti di questo schema base sono:

- Schema sdoppiato integrato: costituito da un circuito unico a cui viene aggiunto un circuito indipendente per i soli freni anteriori;
- Schema incrociato: i due circuiti comandano ciascuno una anteriore e quella posteriore sul lato opposto, secondo uno schema ad X;
- Schema doppio integrato: esistono due circuiti completi indipendenti tra loro.

1.2.1. SCHEMA IDRAULICO A "X"



Nello schema di collegamento idraulico ad "X", i due canali in uscita dal cilindro maestro alimentano, rispettivamente, il primo canale l'attuatore freno anteriore sinistro e quello posteriore destro e gli attuatori anteriore destro e posteriore sinistro l'altro canale.

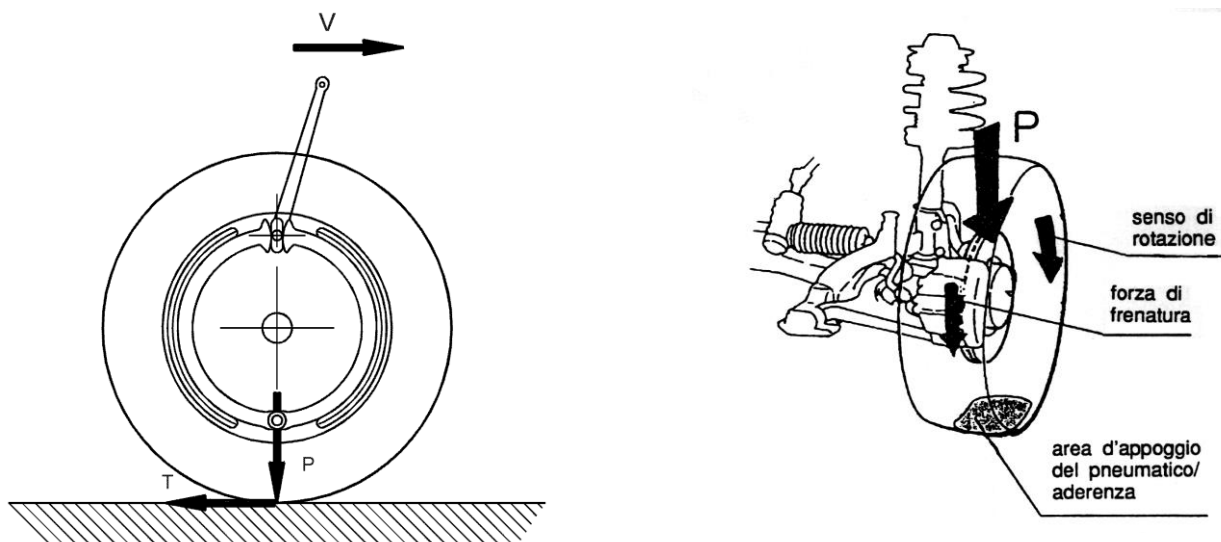
Lo sdoppiamento dei due circuiti permette in caso di avaria, causata, per esempio, dallo svuotamento di un circuito, che la funzionalità di frenatura sia garantita dall'altro circuito.

Inoltre, per mantenere la frenatura bilanciata, si sceglie di azionare appunto gli attuatori in maniera incrociata.

Diversamente, un comando sdoppiato di tipo asse anteriore – asse posteriore potrebbe provocare instabilità del veicolo a causa della non corretta ripartizione della frenata tra gli assi.

## 1.3. DINAMICA DELLA FRENATURA

## 1.3.1. COEFFICIENTE DI ADERENZA



V velocità veicolo

P peso gravante sulla ruota

T forza tangenziale di aderenza

**DEFINIZIONE:** il coefficiente di aderenza è il rapporto tra il carico gravante P che agisce sulla ruota e la forza T tangenziale che si genera nel contatto tra la ruota ed il terreno; è un parametro che indica la capacità della ruota di “aggrapparsi” alla strada senza strisciare.

**CONDIZIONI:** il coefficiente di aderenza NON dipende né dalle caratteristiche del veicolo né dalla velocità ma dal tipo di pneumatico, dal suo stato e dalle condizioni del terreno.

## FONDO STRADALE

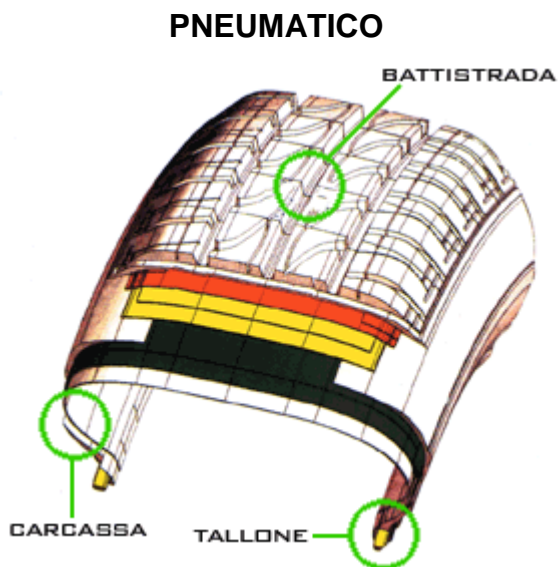
Pneumatici	Asfalto asciutto	Asfalto bagnato	Fanghiglia Neve	Ghiaccio
Battistrada nuovo	0,9	0,6	0,25	0,1
Battistrada usurato	0,65	0,4	0,2	0,1

**IMPORTANZA:** sia il valore massimo di accelerazione in fase di aumento della velocità del veicolo sia il valore massimo di decelerazione in fase di frenatura sono limitati dal valore di aderenza dei pneumatici; superando tale limite di aderenza le ruote slittano (in fase di aumento della velocità) oppure strisciano (in fase di frenatura).

**1.3.2. FATTORI DI INFLUENZA DEL COEFFICIENTE DI ADERENZA**

Il coefficiente di aderenza o di attrito esprime la massima spinta esercitabile tangenzialmente sulla periferia di un pneumatico, in rapporto alla forza peso su di esso gravante; un maggiore coefficiente di aderenza permette di ottenere, a parità di peso gravante sulla ruota, una maggiore forza di aderenza pneumatico-terreno, forza che costituisce il limite massimo della forza frenante applicabile alla ruota stessa .

**STRUTTURA  
COSTRUTTIVA  
MESCOLO  
SCOLPITURA  
TEMPERATURA  
USURA  
VELOCITA'**



**FONDO STRADALE**



**CONFORMAZIONE  
RUVIDITA'  
CONDIZIONI  
SUPERFICIALI  
TEMPERATURA**



## 1.4. FORZA FRENANTE

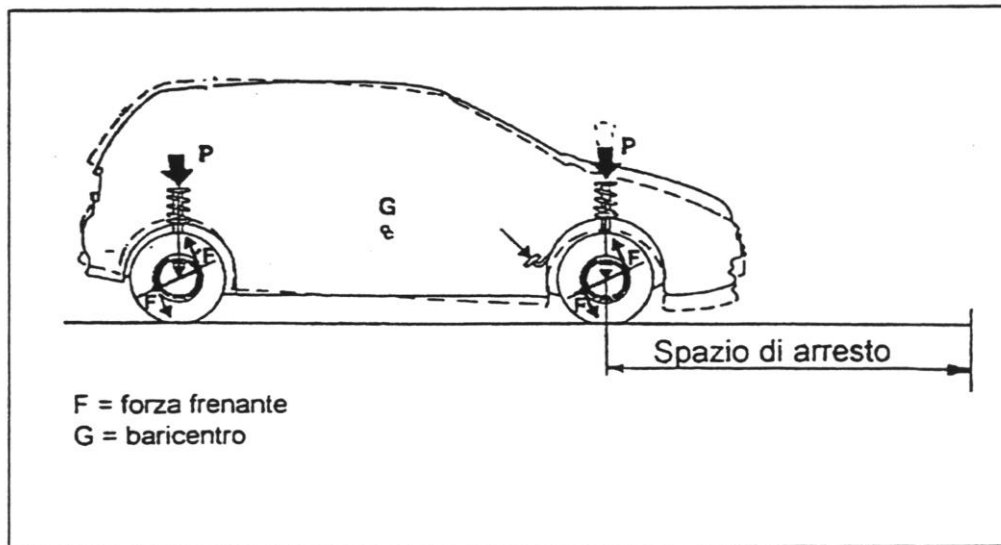
**DEFINIZIONE:** la forza frenante è quella forza che applicata a determinati elementi del veicolo (ad esempio il mozzo ruota) permette di realizzare la frenatura del veicolo; tale forza frenante è generata dall'attrito prodotto tra le ganasce e i tamburi (o tra i pattini ed i relativi dischi) quando vengono a contatto per mezzo delle forze esercitate sul pedale.

**LIMITAZIONI:** la forza frenante non può essere indefinitamente alta, come sarebbe auspicabile ai fini di un pronto arresto del veicolo; la forza frenante (o meglio la coppia frenante se applicata sulle ruote) è limitata, a parità di carico gravante sulla ruota, dal valore della forza di aderenza che si instaura al contatto tra la ruota ed il terreno; se la forza frenante supera tale limite la ruota si blocca riducendo così l'azione frenante sulle ruote a causa della diminuzione della aderenza.



**PROPORZIONAMENTO DELL'IMPIANTO:** il dimensionamento dell'impianto frenante deve tener conto del peso del veicolo a pieno carico e del massimo coefficiente di aderenza suolo pneumatico che si può verificare, ciò allo scopo di generare un efficace rallentamento o arresto nel più breve tempo possibile ed in qualunque condizione di marcia; esso risulta però sovradimensionato per le ricorrenti condizioni di carico parziale e ridotta aderenza; l'applicazione della massima forza frenante, in tali circostanze, conduce all'immediato bloccaggio delle ruote con la conseguente riduzione del coefficiente di aderenza ed un peggioramento dell'efficacia frenante; l'obiettivo di arrestare la marcia di un veicolo in modo rapido ed efficiente in qualsiasi condizione contingente, impone invece la conservazione dello stato di rotolamento dei pneumatici, nonostante che, per esigenze di progetto, la forza frenante applicata sulle guarnizioni di attrito sia frequentemente eccessiva in rapporto al peso di marcia ed ai normali coefficienti di aderenza.

## 1.5. RIPARTIZIONE DELLA FORZA FRENANTE SUGLI ASSI

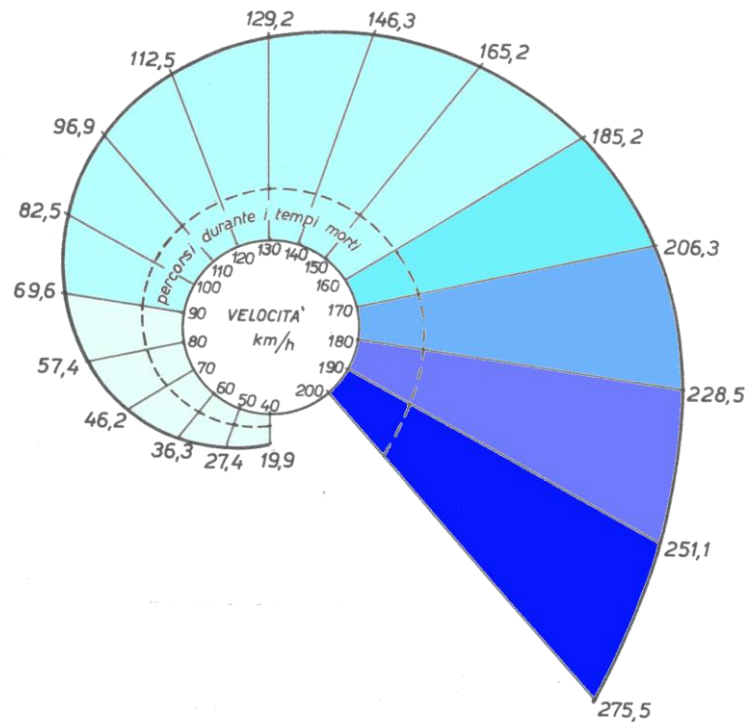


**CONDIZIONI PER UNA FRENATURA EQUILIBRATA:** in teoria, per una frenatura equilibrata su veicolo ideale, con baricentro a livello del suolo, sarebbe necessario che il peso del veicolo fosse ripartito in eguale misura su tutte le ruote, in modo da poter esercitare su ciascuna di esse una forza frenante compatibile col valore della forza di aderenza che è proporzionale al peso.

**CONDIZIONI REALI:** nella realtà il baricentro del veicolo è alto rispetto al suolo, per cui la forza di inerzia dovuta alla frenata ed agente sul baricentro, crea una coppia di forze che determina un alleggerimento dell'asse posteriore ed un aumento del peso gravante sull'asse anteriore; pertanto in tali condizioni, proporzionalmente alle decelerazioni del veicolo, si vengono a migliorare le condizioni di aderenza dell'asse anteriore, ma si peggiorano le condizioni di aderenza per quanto riguarda l'asse posteriore, tanto che in alcuni casi si può avere il bloccaggio delle ruote posteriori con conseguenti fenomeni di sovrasterzo.

**CORRETTORE DI FRENATA:** per ottenere una frenatura equilibrata occorrerebbe aumentare la potenza frenante sulle ruote anteriori e ridurla su quelle posteriori; a tale scopo su alcuni impianti di frenatura sono stati inseriti dei regolatori di pressione, capaci di ridurre la potenza frenante alla ruote posteriori in funzione del carico; tali dispositivi vanno sotto il nome di correttori di frenata e saranno trattati più avanti in dettaglio.

## 1.6. SPAZI DI FRENATA



**DEFINIZIONE:** è la distanza coperta dal veicolo nel momento in cui il conducente agisce sul comando del freno sino al momento in cui il veicolo si arresta completamente.

**PARAMETRI:** nella definizione dello spazio di frenata è necessario considerare, oltre al valore di decelerazione col quale il veicolo rallenta, anche i tempi di morti che intercorrono tra l'azionamento del comando e l'inizio della frenata (tempo percettibile negli impianti che sfruttano una fonte di energia ausiliaria per la frenatura).

**CONDIZIONI DI DETERMINAZIONE:** i valori dello spazio di frenatura sono calcolati nelle seguenti ipotesi:

- Pneumatici in ottime condizioni e gonfiati alla pressione prescritta
- Impianto frenante pienamente efficiente
- Percorso rettilineo
- Strada piana, asfaltata asciutta
- Carico normale e ben distribuito sul veicolo

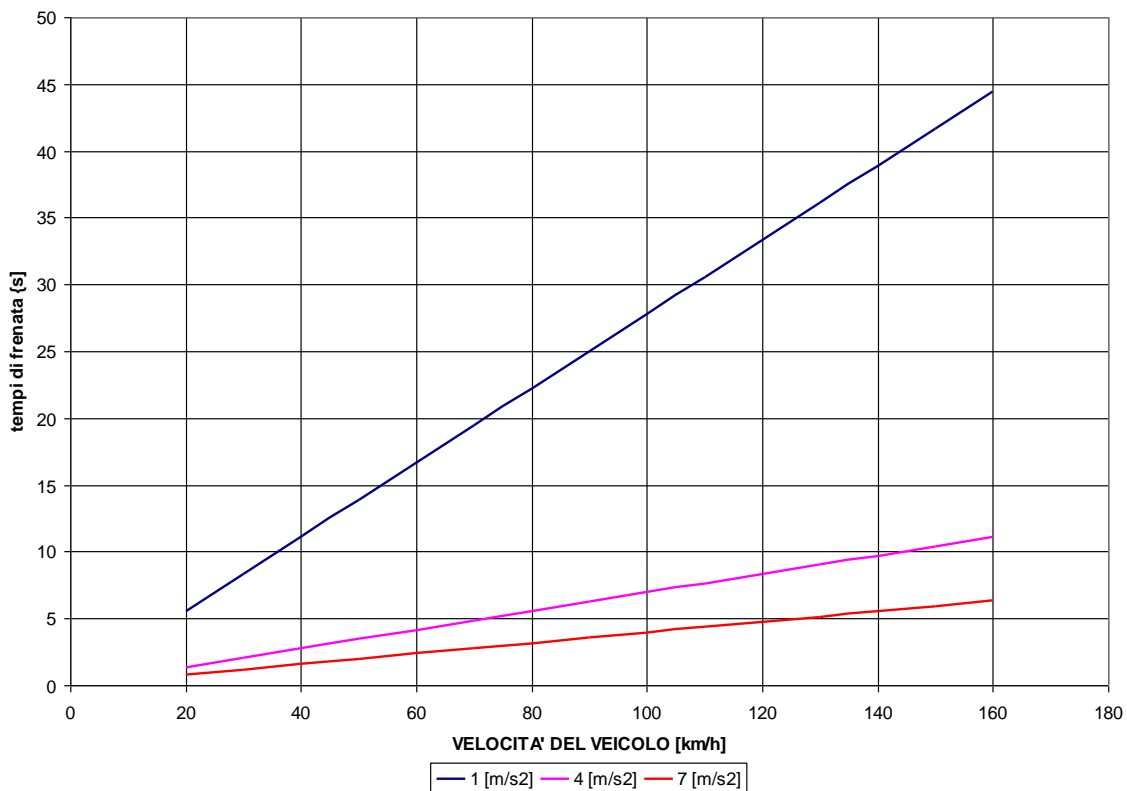
## 1.7. TEMPI DI FRENATA

**DEFINIZIONE:** coerentemente con la definizione di spazio di frenatura, è il tempo che intercorre tra l'azionamento del comando da parte del guidatore a quando il veicolo è completamente arrestato; si compone di un tempo di risposta e di un tempo di decelerazione.

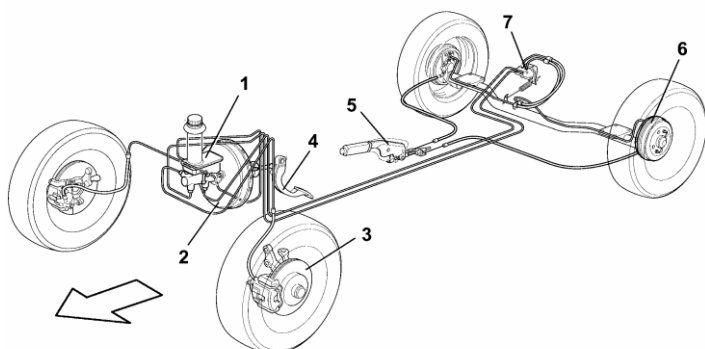
**PARAMETRI:** gli stessi coinvolti nella determinazione degli spazi di frenata.

**CONDIZIONI:** le stesse previste per il calcolo degli spazi di frenata.

TEMPI DI FRENATA PER TRE DIVERSI VALORI DI DECELERAZIONE



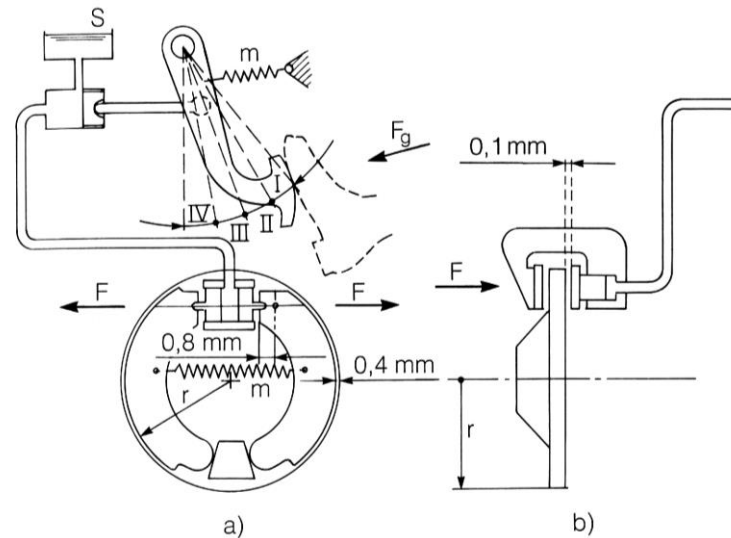
## 2. COMPONENTI IMPIANTO FRENANTE



1. serbatoio liquidi freni e pompa per circuiti freni indipendenti
2. servofreno a depressione
3. freni a disco anteriori
4. pedale freno
5. leva comando freno di stazionamento
6. freni posteriori a tamburo
7. correttore di frenata

COMPONENTE	FUNZIONE	COLLEGAMENTI
<b>Pedale freno</b>	Permette al conducente di comandare e di trasmettere la forza che il conducente applica sul pedale allo stantuffo del cilindro maestro	È collegato meccanicamente allo stantuffo del cilindro maestro (o pompa freni)
<b>Servofreno a depressione</b>	È il componente che incrementa lo sforzo esercitato sul pedale del freno dal conducente	Meccanicamente con il cilindro maestro e col pedale freno; collegamento pneumatico con la sorgente di depressione (condotto di aspirazione motore per i motori benzina o con la pompa a vuoto per i diesel)
<b>Pompa del vuoto</b>	Nei motori diesel è la sorgente della depressione	Meccanicamente con il motore; collegamento pneumatico con il servofreno a depressione
<b>Pompa freni</b>	Detta anche cilindro maestro, è il dispositivo che trasforma la forza proveniente dal pedale e dal servofreno in pressione idraulica che viene trasmessa agli attuatori	Meccanicamente con il pedale freno e con il servofreno; idraulicamente con gli attuatori della frenata.
<b>Correttore di frenata</b>	Controlla e limita la pressione del liquido nel circuito frenante delle ruote posteriori	Idraulicamente con i freni dell'asse posteriore e con la pompa freni
<b>Freni a disco</b>	Attuano la frenata	Meccanicamente con i mozzi ruota e idraulicamente con pompa freni
<b>Freni a tamburo</b>	Attuano la frenata	Meccanicamente con i mozzi ruota e idraulicamente con pompa freni
<b>Freno di stazionamento</b>	Attua la frenata in condizioni di stazionamento del veicolo	Meccanicamente con i freni dell'asse posteriore
<b>Serbatoio</b>	Contiene il fluido (olio) che alimenta l'impianto freni	Idraulicamente con la pompa freno

## 2.1. PEDALE FRENO



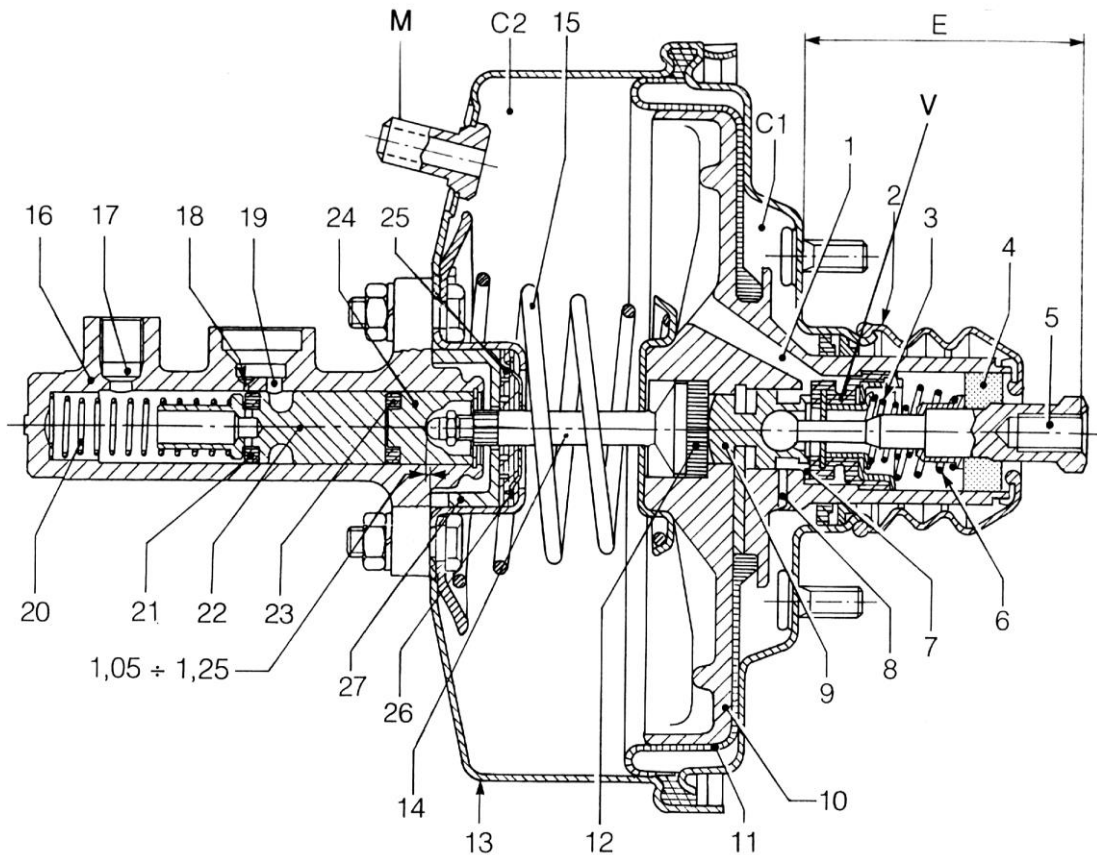
**SCOPO:** il pedale trasmette, tramite il puntalino, la forza che il conducente applica sul pedale allo stantuffo del cilindro maestro che determina la pressione idraulica.

**FUNZIONAMENTO:** il conducente agendo sul pedale freno comanda la pompa freni, mettendo in pressione l'olio presente nella stessa, pressione che andrà ad agire sui freni che attueranno la frenata; perciò la forza frenante sarà proporzionale alla forza con cui il conducente aziona il pedale del freno; a rigore ciò è vero negli impianti che non prevedono l'ABS, perché in tali impianti la pressione di azionamento dei freni viene limitata per evitare il bloccaggio delle ruote, anche se il conducente agisce sul pedale con forza maggiore.

La corsa del pedale freno viene suddivisa in quattro parti corrispondenti alle seguenti fasi successive:

- **Fase I:** corsa per la ripresa dei giochi del comando, compresi quelli idraulici corrispondenti, ad esempio, alla chiusura nella pompa di comando del condotto di comunicazione con il serbatoio S dell'olio; questa corsa vale circa 10 mm sul pedale del freno;
- **Fase II:** corsa corrispondente all'accostamento delle guarnizioni di comando al tamburo o al disco; questa corsa vale circa 65 mm;
- **Fase III:** corsa di reazione corrispondente alla deformazione della trasmissione di comando sotto la pressione esercitata fra le guarnizioni frenanti e i tamburo o disco; per i freni a tamburo tale corsa vale circa 5 mm, mentre vale 10 mm per i freni a disco;
- **Fase IV:** corsa di riserva: deve garantire l'effettuabilità completa della corsa di reazione, tenendo conto delle usure e, particolarmente degli effetti termici; per entrambi le tipologie di freni vale 20 mm.

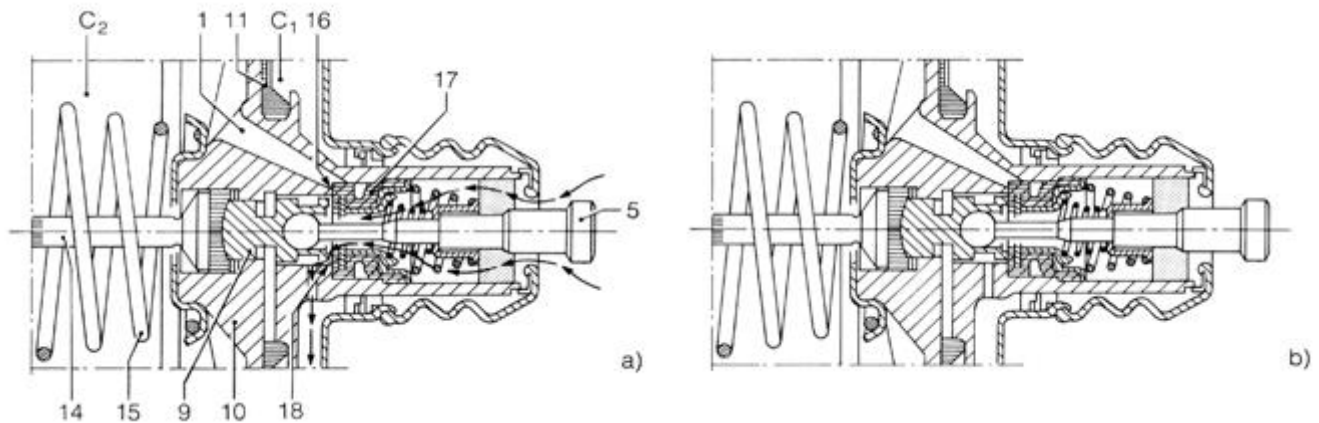
2.2. SERVOFRENO A DEPRESSIONE



C1, C2 camere dell'attuatore pneumatico	14. puntale
E corpo di comando e regolazione	15. molla di ritorno dello stantuffo
M raccordo tubazione in depressione dal motore	16. corpo pompa idraulica
1. condotto in depressione	17. sede raccordo a tre vie tubazione freni
2. cuffia di protezione	18. e 19. fori di compensazione e alimentazione pompa
3. e 6. molle della valvola di regolazione (V)	20. molla di reazione del pistone idraulico 24
4. filtro aria	21. anello flottante
5. puntale comando valvola V	22. porta anello flottante
7. e 8. comunicazione di C1 con l'atmosfera	23. anello di tenuta
9. stantuffo del valvolismo di regolazione (E)	24. pistone idraulico
10. stantuffo pneumatico di supporto della membrana	25. guarnizione anteriore di tenuta
11. membrana	26. scodellino di centraggio puntale 14
12. disco di reazione del puntale 14	27. boccola di guida
13. coperchio	



## 2.2.1. FUNZIONAMENTO DEL SERVOFRENO A DEPRESSIONE

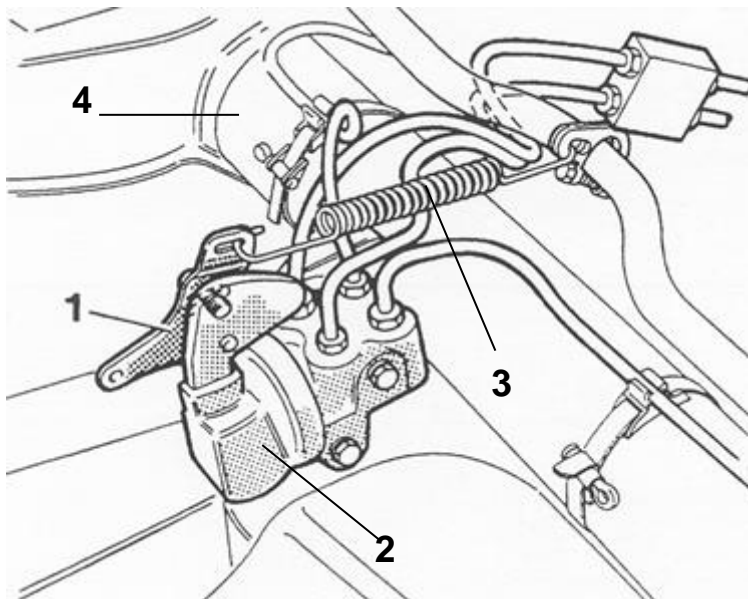


**FASE DI AZIONAMENTO** (vedi figura a): il funzionamento del servofreno si basa essenzialmente sulla chiusura ed apertura dei passaggi **(16)** e **(18)** ad opera della valvola azionata dal puntale di comando **(5)**; il pedale di comando preme il puntale **(5)** che fa chiudere il condotto **(1)** tramite la guarnizione **(17)** che appoggia sulla sede di passaggio **(16)**; contemporaneamente il puntale **(5)** aperto il condotto **(18)** che mette in comunicazione la faccia posteriore della membrana pneumatica **(11)** con l'atmosfera; inoltre spinge tramite il puntale **(14)** sulla pompa freno con la forza che si ottiene dalla somma della forza con cui viene azionato il pedale freno e della forza generata dall'attuatore pneumatico.

**FASE DI MANTENIMENTO** (vedi figura b): se si mantiene in posizione premuta il pedale, ma senza applicare carico, lo spostamento a sinistra del corpo **(10)** chiude la luce **(18)** fra l'otturatore e la guarnizione **(17)** interrompendo l'azione progressiva del servo che si stabilizza in una condizione di frenata moderata; per imprimere una maggiore frenata occorre spingere ulteriormente sul pedale ricreando la comunicazione tra **C1** e l'atmosfera.

**FASE DI RILASCIO**: per interrompere la frenata e tornare in condizioni di riposo, basta rilasciare il pedale arretrando la guarnizione **(17)** alla quale resta appoggiato l'otturatore; così si aprono i passaggi **(1)**, **(7)** e **(8)** creando equilibrio delle depressioni sulle due facce della membrana che ritorna in condizioni di riposo grazie all'azione della molla **(15)**.

### 2.3. CORRETTORE DI FRENATA

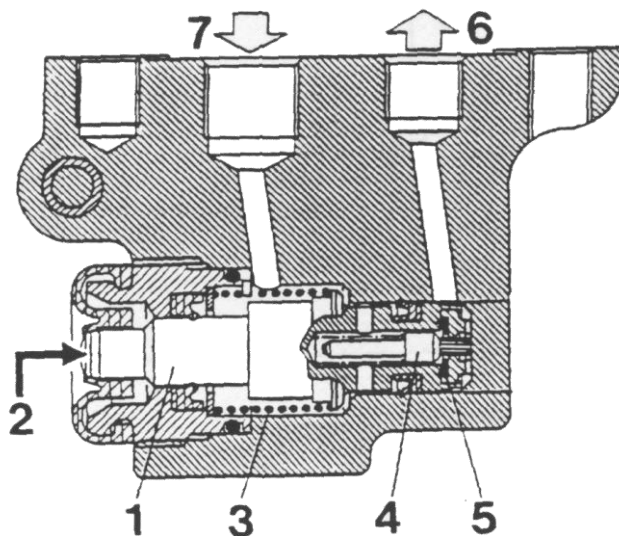


1. leva del correttore di frenata
2. correttore di frenata
3. molla esterna
4. braccio sospensione

**PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO:** il correttore di frenata ha la funzione di controllare e limitare la pressione del liquido nel circuito frenante delle ruote posteriori al fine di evitare il superamento del limite di aderenza dei pneumatici; poiché l'aderenza delle ruote è maggiore o minore in rapporto al carico, il correttore di frenata diminuisce l'azione frenante dei freni posteriori a vettura scarica e aumenta la potenza frenante in funzione dell'aumento del carico sull'asse posteriore.

**UBICAZIONE:** generalmente il correttore di frenata trova alloggiamento nella parte posteriore del fondo scocca dove viene fissato tramite viti.

## 2.3.1. CORRETTORE DI FRENATA: FUNZIONAMENTO



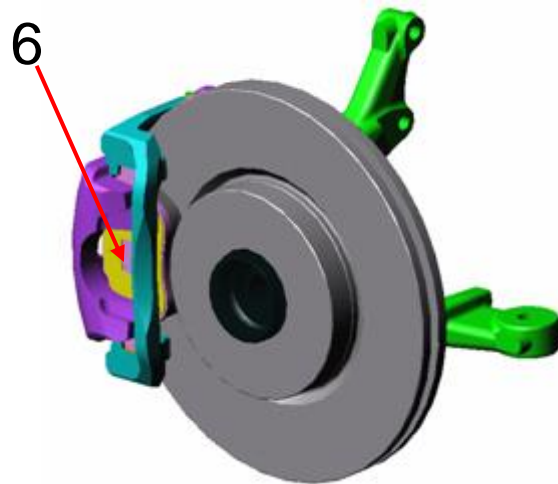
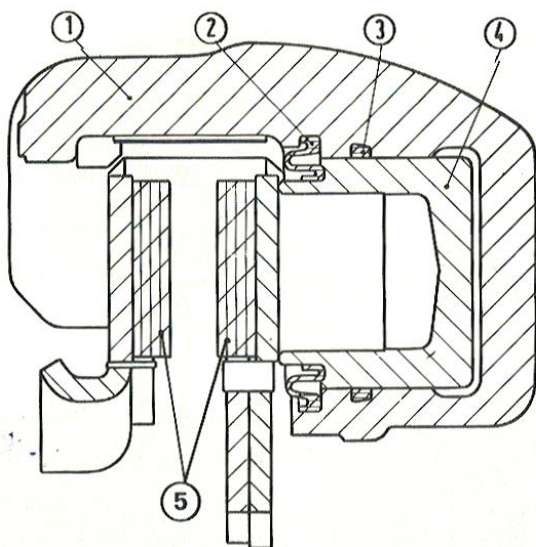
1. stantuffo operatore
2. forza molla esterna
3. molla interna
4. valvola di intercettazione
5. guarnizione di tenuta
6. ai freni posteriori
7. dalla pompa freni

**FUNZIONAMENTO:** il correttore di frenata generalmente è azionato da una barra e da un leveraggio collegato alle parti mobili della sospensione in modo da percepire le variazioni di carico posteriore dovute all'eventuale presenza di passeggeri o di bagagli o al beccheggio della vettura in frenata; il correttore di frenata riduce la pressione inviata ai freni posteriori a seconda del carico agente su tale asse; la riduzione della pressione in fase di frenatura è determinata dalla posizione assunta da uno stantuffo, sottoposto all'azione combinata di una molla interna e di una molla esterna, sensibile alla distensione della sospensione posteriore.

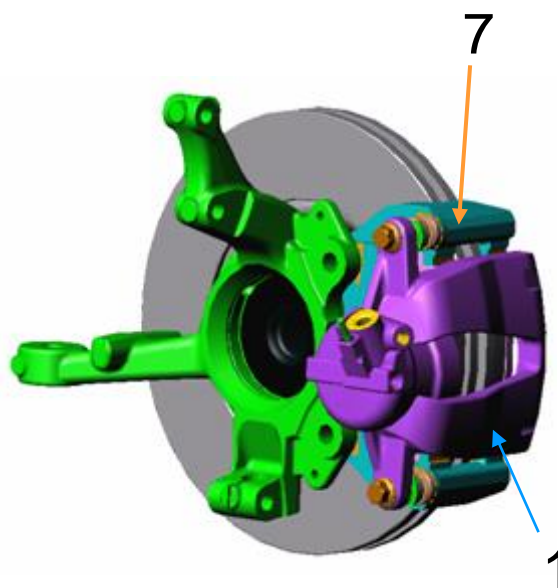
**CONDIZIONI DI NON INTERVENTO:** in queste condizioni la valvola di intercettazione posta all'interno del correttore permette il passaggio di olio in pressione verso i freni posteriori.

**CONDIZIONI DI INTERVENTO:** in condizioni di frenatura, la distensione della sospensione posteriore modifica la forza esercitata dalla molla esterna; la pressione dell'olio che agisce sullo stantuffo operatore, non più equilibrata dalla molla esterna, spinge lo stantuffo fino a raggiungere una nuova posizione di equilibrio; di conseguenza la valvola di intercettazione viene spinta dalla sua molla fino ad laminando l'olio che fluisce dal circuito ai freni posteriori.

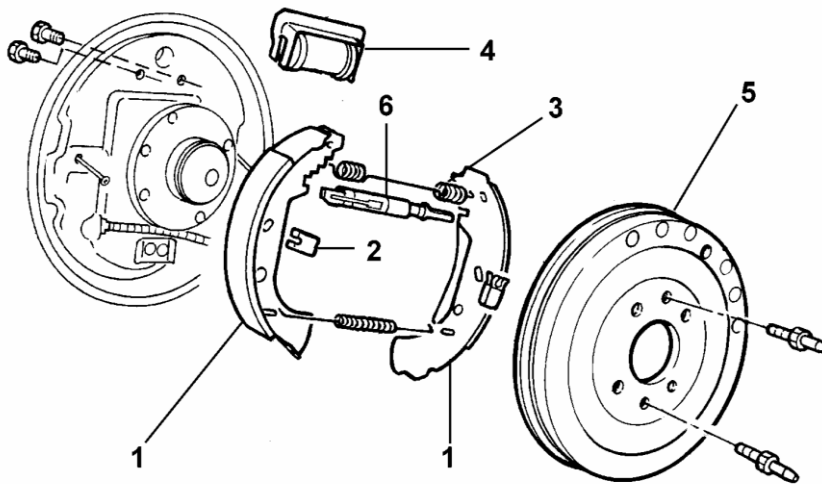
## 2.4. FRENI A DISCO



1. corpo pinza
2. anello di tenuta
3. guarnizione
4. cilindretto
5. pastiglia
6. pastiglia
7. supporto



**CARATTERISTICHE:** i freni a disco sono costituiti essenzialmente da un disco freno solidale al mozzo ruota e dalle pine freno; le pinze freno sono a loro volta costituite dalle guarnizioni frenanti (le pastiglie) e dal cilindretto idraulico e sono fissate alla sospensione; la pressione dell'olio permette l'azionamento del cilindretto, che spinge le guarnizioni frenanti a contatto col disco; il calore che si genera al contatto (con forte attrito) tra guarnizioni e disco in moto relativo, permette la frenata del veicolo; le pinze freno utilizzate nelle vetture di medie prestazioni sono di tipo flottante; in questa tipologia vi è un solo cilindretto che spinge una sola pastiglia; la reazione pinza disco permette l'accostamento dell'altra pastiglia.

**2.5. FRENI A TAMBURO**

- 1. ganasce freni a tamburo
- 2. elementi di ritegno ganasce freni
- 3. molle richiamo ganasce freni
- 4. cilindretti freni a tamburo
- 5. tamburo freni
- 6. dispositivo di regolazione ganasce freni
- 7. disco porta freno

I freni a tamburo, sono costituiti da un cilindro cavo rotante, sulla cui superficie interna agiscono due ganasce, spesso simmetriche, su cui è incollata o rivettata la guarnizione di attrito. Le ganasce sono spinte da uno o due cilindretti comando ganasce.

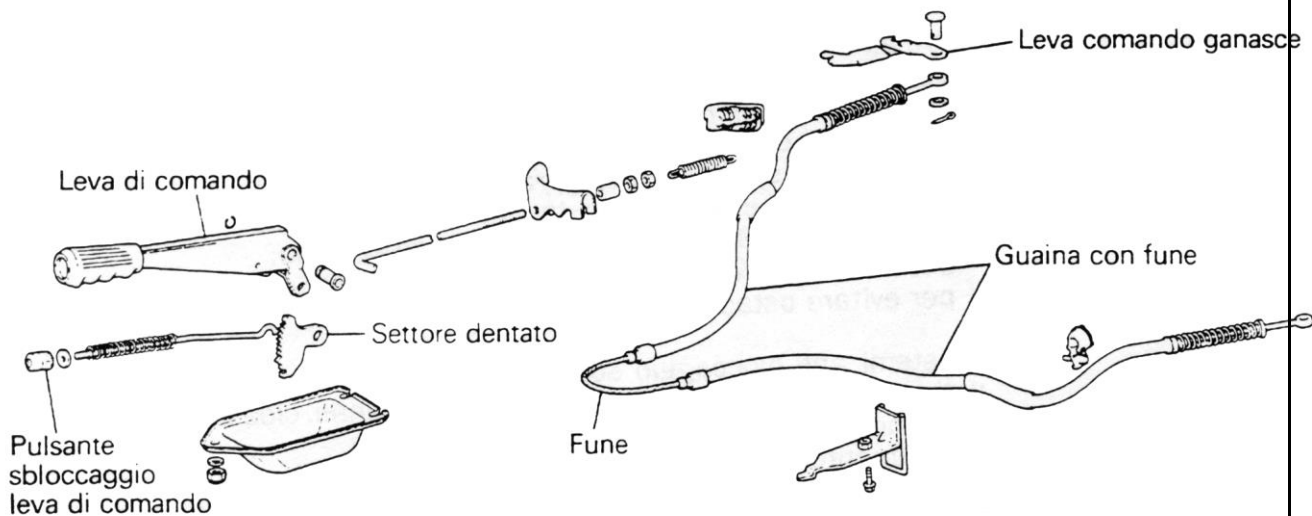
Su di una estremità della ganascia agisce il cilindretto, mentre l'altra viene, invece, incernierata, o semplicemente appoggiata su di una superficie piana, verticale, oppure inclinata. In questo caso le ganasce sono in equilibrio durante la frenata sotto l'azione della forza del cilindretto e delle reazioni dell'appoggio e del tamburo (forza frenante), mentre in fase di riposo la posizione è assicurata dalle molle di richiamo.

Nel freno a tamburo, a causa della maggior corsa del cilindretto e delle maggiori tolleranze di forma della superficie del disco e del tamburo, tenendo conto anche delle deformazioni termiche, sono infatti necessarie delle molle di richiamo, che permettano il ritorno delle ganasce in posizione di riposo, quando termina l'azione del comando idraulico.

**MATERIALI:** le ganasce sono normalmente costruite in acciaio od in lega leggera e sono rivestite da guarnizioni d'attrito, chiodate od incollate alle ganasce stesse.

il tamburo è costruito in ghisa (raramente in lega leggera con un inserto in ghisa) e può avere un'alettatura esterna per favorire la dispersione del calore generato in fase di frenatura; talvolta, specie nel caso di freni montati posteriormente, che sono assai meno sollecitati di quelli anteriori, l'alettatura non è indispensabile

## 2.6. FRENO DI STAZIONAMENTO



All'impianto di stazionamento, comunemente chiamato freno a mano, è richiesto di mantenere la vettura in posizione ferma, anche in condizioni di strade con forte pendenza ed in assenza del guidatore. Norme di sicurezza prevedono che il freno di stazionamento abbia come peculiarità una connessione meccanica tra il meccanismo di controllo ed i freni alle ruote, per esempio impiegando aste di collegamento o cavi flessibili.

L'intervento del freno di stazionamento viene comandato dal posto guida, utilizzando una leva da comandarsi a mano, come nella maggior parte dei casi, oppure un pedale. Il sistema è concepito in modo da fornire uno sforzo graduabile e mantenibile nel tempo, anche senza azione sul comando; esso opera solamente sulle ruote di un unico assale, utilizzando generalmente gli stessi componenti dell'impianto di servizio.

Nella figura sopra riportata è raffigurato un impianto di stazionamento con comando a mano: la leva di comando agisce sul tirante e rimarrà in posizione grazie al settore dentato, impegnato nel nottolino o punteria, azionato dal pulsante di sblocco. Il tirante, per mezzo dell'ancora, mette in tensione la fune: questa fune unica è collegata ai freni posteriori della vettura, e per mezzo del perno comanda le leve di azionamento delle ganasce.

## 2.7. FLUIDI PER IMPIANTO FRENANTE

## Fluidi

*Descrizione**Validità*

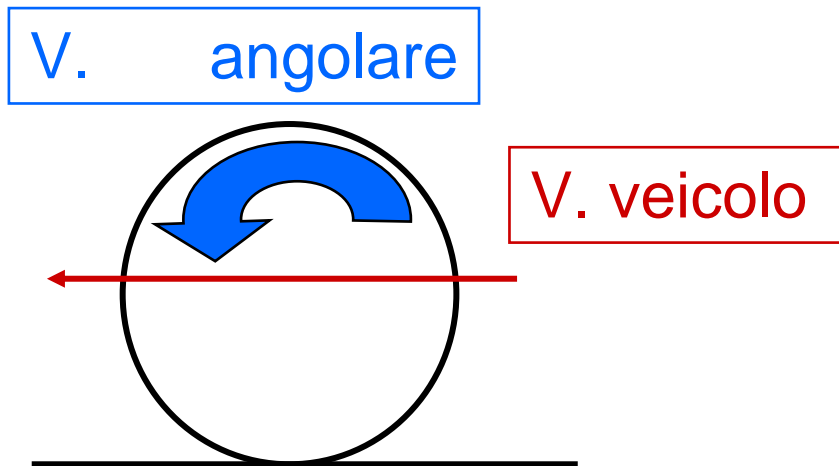
<i>Descrizione</i>	<i>Validità</i>
	1581 16v 1.9-JTD
Olio servosterzo	TUTELAGI/A - DEXRON II
Liquido impianto idraulico freni	TUTELA TOP 4270 °C - F.M.V.S.S. n° 116 DOT 4 ISO 4925, CUNA NC 956-01
Liquido circuito raffreddamento motore	Parafllu <sup>11</sup> - CUNANC 596-16; -35 °C
Liquido impianto tergilavacrystalli	Arexons DP1 - CUNA 956-11

REQUISITI: i liquidi per i freni debbono possedere principalmente i seguenti requisiti:

- viscosità sufficiente ad evitare perdite per trafileamento fra le guarnizioni; nello stesso tempo la viscosità non deve essere eccessiva per non aumentare le perdite di carico dovute alla resistenza continua d'attrito durante il movimento del liquido nei condotti;
- non debbono alterare le guarnizioni di tenuta degli stantuffi, i materiali metallici costituenti i vari organi dell'impianto, la gomma dei tubi flessibili;
- debbono possedere un punto di ebollizione sufficientemente alto; in caso contrario può accadere che il riscaldamento dei cilindretti, conseguente al prolungato uso dei freni, provochi la formazione di bolle di vapore (vapour-lock) nella massa liquida; queste bolle interrompono la continuità del circuito, ed essendo comprimibili non trasmettono direttamente lo sforzo dalla pompa freni agli elementi frenanti;
- debbono essere incongelabili alle temperature di impiego del veicolo;
- debbono possedere una alta stabilità chimica per garantire l'inalterabilità nelle condizioni più gravose di sollecitazione termica.

### 3. SISTEMI DI FRENATURA SERVOASSISTITA

#### 3.1. SCORRIMENTO DEL PNEUMATICO



DEFINIZIONE: lo scorrimento esprime lo scarto percentuale tra la velocità del veicolo e la velocità periferica ruota in rapporto con la velocità del veicolo.

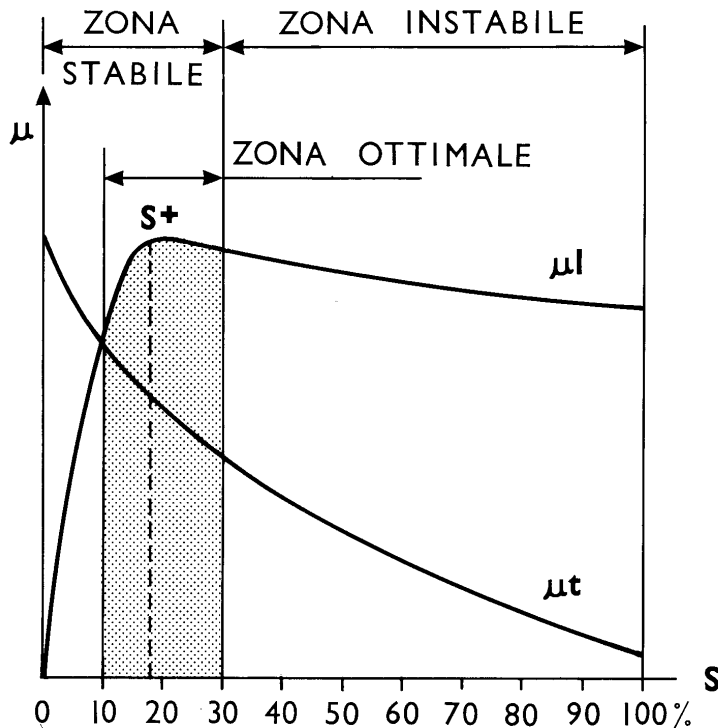
$$\text{Scorrimento \%} = \frac{V_{\text{veicolo}} - V_{\text{periferica ruota}}}{V_{\text{veicolo}}} \times (100)$$

INFLUENZA SULLA ADERENZA: lo scorrimento è dovuto alla presenza di una forza tangenziale che si sviluppa per aderenza sulla periferia del pneumatico al contatto col terreno che equilibra, in fase di frenatura, la coppia frenante applicata alla ruota; in queste condizioni si ha una differenza relativa tra velocità di rotazione della ruota e velocità di avanzamento del veicolo; durante la marcia normale si ha una certa percentuale di scorrimento dell'ordine del 5%, dovuto alla deformabilità del pneumatico; l'applicazione di una coppia frenante provoca un aumento dello scorrimento, fino al limite imposto dalla massima aderenza ruota pneumatico che causa il bloccaggio della ruota.





## 3.2. VARIAZIONE DELL'ADERENZA CON LO SCORRIMENTO



$\mu_l$  coefficiente di aderenza longitudinale

$\mu_t$  coefficiente di aderenza trasversale

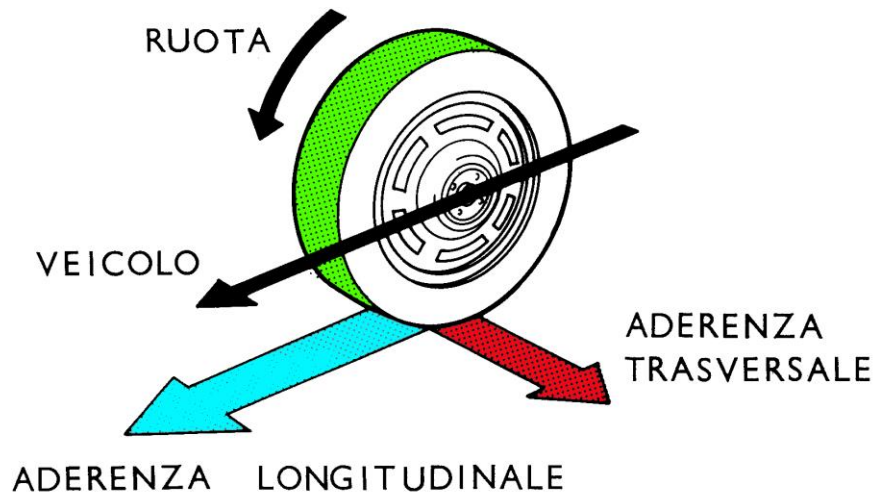
s scorrimento percentuale

**SCORRIMENTO NULLO:** in assenza di scorrimento il coefficiente di aderenza longitudinale ( $\mu_l$  sul diagramma) è nullo; in tale condizione il pneumatico non è in grado di trasmettere alcuna coppia motrice o frenante; la presenza di una certa percentuale di scorrimento permette alle ruote di mantenere una certa aderenza col terreno e quindi trasmettere il moto (se la ruota è motrice) o di frenare.

**SCORRIMENTO OTTIMALE:** in un ristretto campo di scorrimento (compreso tra il 10 ed il 30%) il pneumatico presenta la massima aderenza col terreno; in questo campo le ruote possono trasmettere la massima coppia motrice o la massima coppia frenante.

**SCORRIMENTO MASSIMO:** in caso di bloccaggio delle ruote (scorrimento del 100%) il coefficiente di aderenza si riduce, riducendo nel contempo la coppia frenante applicabile; in questo caso è l'attrito radente tra ruota e pneumatico a frenare il veicolo, con aumento dello spazio di frenatura del veicolo.

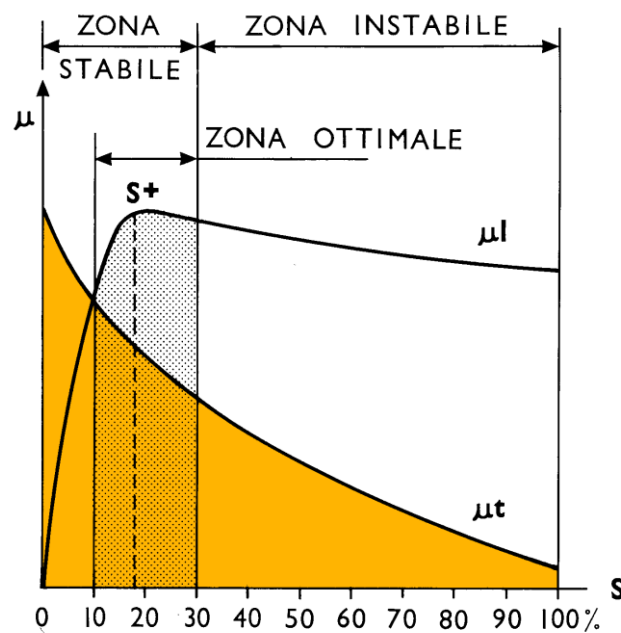
### 3.3. ADERENZA TRASVERSALE



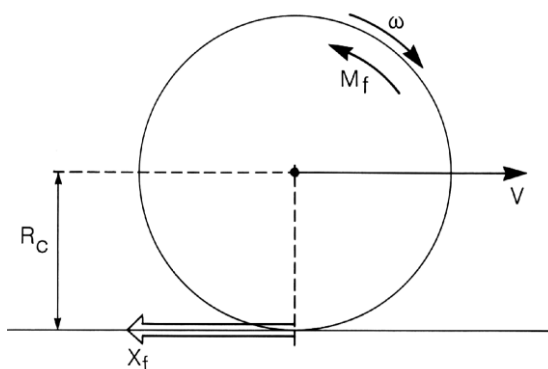
**DEFINIZIONE:** in presenza di una forza laterale applicata alla ruota (come accade in curva) , il pneumatico si dispone con un certo angolo di deriva generando, nella zona di contatto col terreno, una reazione laterale proporzionale al coefficiente di aderenza laterale.

**IMPORTANZA:** la presenza di aderenza laterale permette al veicolo di poter cambiare direzione, cioè garantisce la “direzionalità” del veicolo.

**DIPENDENZA DALLO SCORRIMENTO:** l’andamento dell’aderenza trasversale in funzione dello scorrimento ha un andamento sempre decrescente; in caso di ruote bloccate l’aderenza si annulla facendo perdere direzionalità. al veicolo.



## 3.4. COMPORTAMENTO DEL VEICOLO IN FASE DI FRENATURA

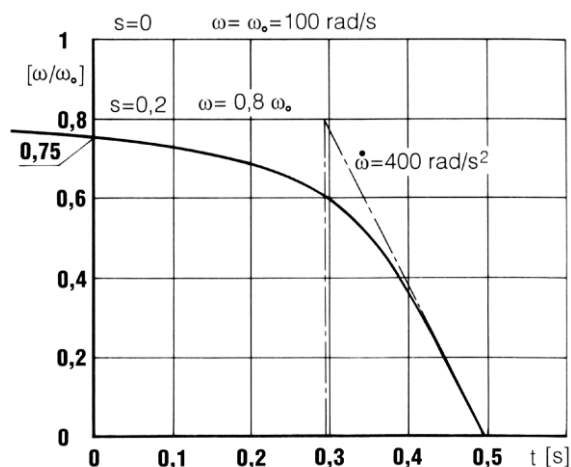
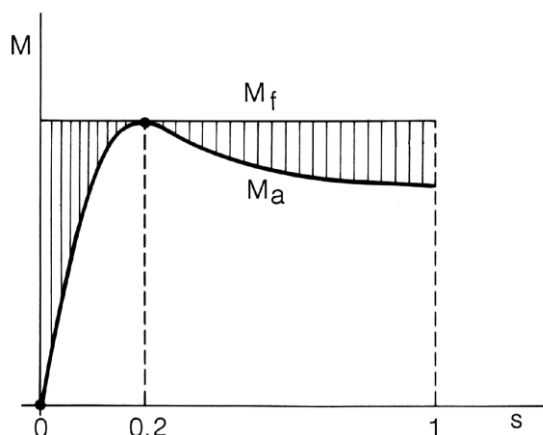


Il dimensionamento dell'impianto frenante deve tener conto del peso del veicolo a pieno carico e del massimo coefficiente di aderenza suolo/pneumatico che si può verificare, ciò allo scopo di generare un efficace rallentamento o arresto nel più breve spazio ed in qualunque condizione di marcia

Esso però risulta sovradimensionato per le più ricorrenti condizioni di carico parziale e ridotta aderenza; l'applicazione della massima forza in tali circostanze, conduce all'immediato bloccaggio delle ruote con la conseguente riduzione del coefficiente di aderenza e ad un peggioramento dell'efficacia frenante.

Se, infatti il momento frenante  $M_f$  supera il valore della coppia aderente  $M_a$  (pari al prodotto della forza di aderenza  $X_f$  per il raggio di rotolamento  $R_c$ ) si ha un aumento dello scorrimento che porta al bloccaggio delle ruote (vedere grafico in basso a sinistra).

I tempi di bloccaggio delle ruote sono brevi, dell'ordine dei decimi di secondo (vedere grafico in basso a destra), se si considera che l'eccesso di coppia frenante rispetto a quella aderente può facilmente assumere valori consistenti, specie in emergenza quando il guidatore è portato a incrementare lo sforzo sul comando; d'altra parte, possono verificarsi condizioni stradali ed ambientali che riducono molto l'aderenza ruota-suolo; i due effetti insieme portano ad un rapido bloccaggio della ruota .



### 3.5. SISTEMA ANTIBOCCAGGIO

**REQUISITI:** il requisito più importante che deve avere un impianto frenante è quello di arrestare il veicolo in modo rapido ed efficace in qualsiasi condizione contingente; tale requisito impone la conservazione dello stato di rotolamento dei pneumatici, nonostante che, per esigenze di progetto, la forza frenante applicata sulle guarnizioni d'attrito sia frequentemente eccessiva in rapporto al peso di marcia ed ai normali coefficienti di aderenza; con un impianto frenante in perfetta efficienza, un ulteriore miglioramento della frenata può essere ottenuto soltanto agendo sulle caratteristiche di attrito del pneumatico o sulle qualità del fondo stradale; pur in presenza di queste condizioni ottimali, l'assoluta sicurezza di frenata non è comunque garantita quando si devono affrontare situazioni critiche quali le seguenti.

**BASSA CONDIZIONE DI ADERENZA:** questa situazione, dovuta a condizioni del fondo stradale, come una strada bagnata, ghiacciata, o con ghiaia fine, costringe il conducente a moderare l'azione frenante al fine di evitare il parziale bloccaggio di una o più ruote, con possibilità di pericolosi slittamenti o sbandamenti.

**ECESSIVA PRESSIONE SUL PEDALE FRENO:** ovviamente anche in queste condizioni si ha il bloccaggio delle ruote; se si bloccano le ruote anteriori si ha la perdita della direzionalità (si ha infatti una forte diminuzione della aderenza trasversale), mentre se si bloccano quelle posteriori si genera sicuramente una pericolosa sbandata con il conseguente fenomeno del testa-coda.

**FRENATA DI EMERGENZA IN CURVA, FRENATA DA PANICO:** in entrambe queste condizioni la perdita di aderenza delle ruote porta alla perdita di direzionalità del veicolo che non può più percorrere la curva in maniera corretta né può evitare l'ostacolo.

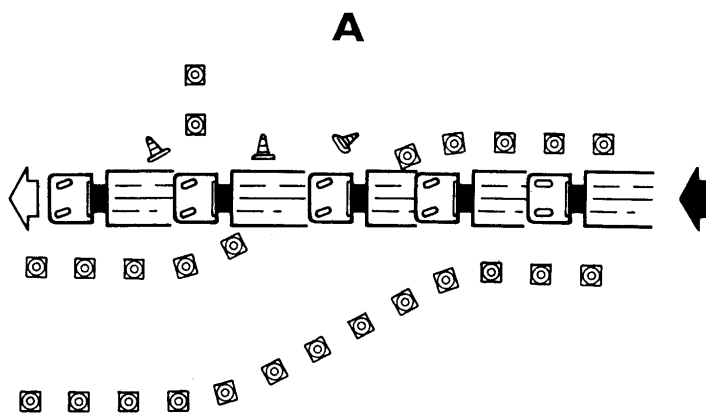
**INTERVENTO DELL'ABS:** per superare tutte queste criticità, viene in aiuto il sistema antibloccaggio delle ruote, cioè un dispositivo che, inserito nell'impianto frenante, evita il bloccaggio delle ruote quando la pressione di azionamento dei freni è eccessiva rispetto all'aderenza pneumatico-suolo; il dispositivo permette di sfruttare al meglio l'aderenza del pneumatico, ma non aumenta la aderenza del pneumatico; il sistema ABS provvede quindi ad assicurare la direzionalità del veicolo durante la frenata, la stabilità della vettura e la ottimizzazione degli spazi di frenatura; il sistema ABS non riduce gli spazi di frenatura, ma ottimizza quest'ultima impegnando tutta l'aderenza disponibile ed evitando, così, il bloccaggio delle ruote che inevitabilmente porterebbe all'allungamento della frenatura.

**3.5.1. FRENATURA IN CURVA**

**FRENATURA DEL VEICOLO IN CURVA SENZA ABS (A):** una frenata di emergenza, porta il conducente a premere sul pedale freno con tutta la forza.

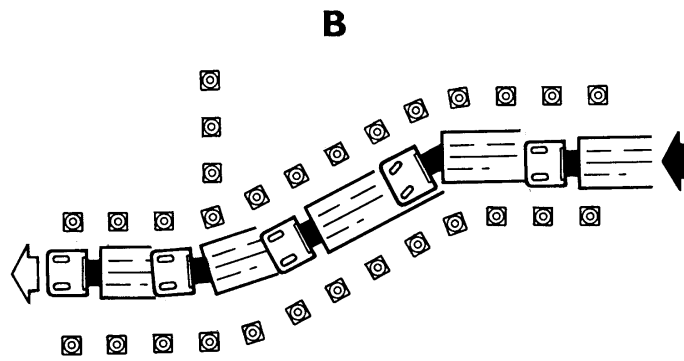
In queste condizioni l'impianto freno, agisce applicando alle ruote la massima forza per cui è proporzionato.

**RISULTATO SUL VEICOLO:** se si supera il limite di aderenza del veicolo per quelle determinate condizioni della strada, si ha il bloccaggio di una o più ruote, ed il veicolo perde di direzionalità (aderenza trasversale nulla); non è più possibile, perciò, percorrere la curva correttamente. La riduzione dell'aderenza longitudinale causa anche un allungamento dello spazio di frenata.



**AZIONE DELL'ABS (B):** il sistema ABS, controlla il valore di scorrimento sulle ruote del veicolo, rilevando quando le ruote tendono a bloccarsi; se tale condizione viene rilevata, il sistema riduce la pressione sui freni anche se il conducente continua a premere il pedale freno; in questo modo viene prevenuto il bloccaggio delle ruote e l'aderenza longitudinale delle ruote viene mantenuta entro i valori ottimali che garantiscono ancora una buona aderenza laterale.

**RISULTATO SUL VEICOLO:** il veicolo mantiene comunque la sua direzionalità, permettendo al conducente di cambiare direzione e di arrestare il veicolo entro spazi più ridotti.

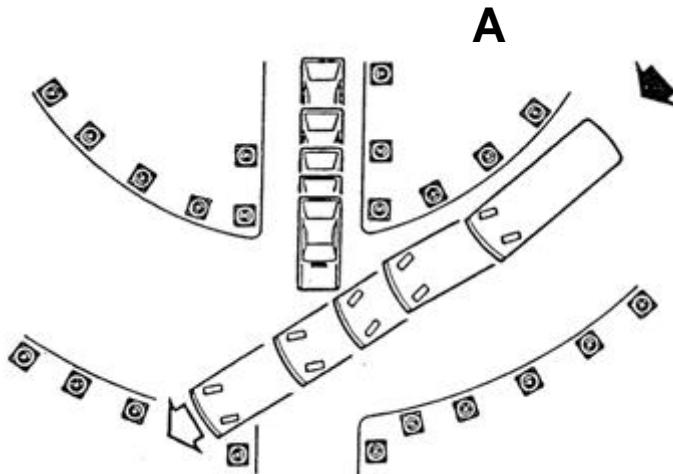


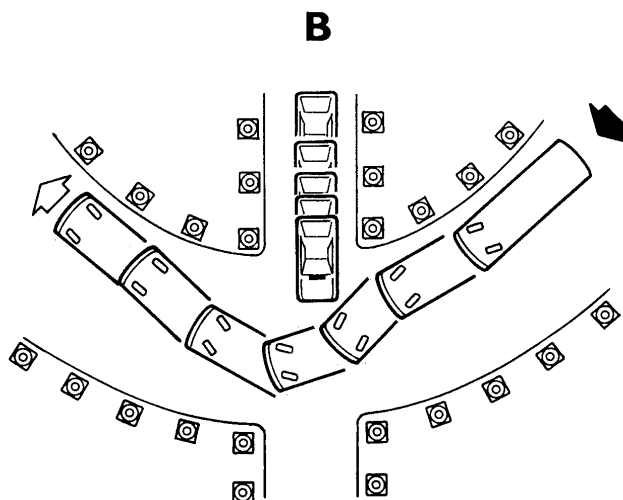
### 3.5.2. SUPERAMENTO DI UN OSTACOLO

**AZIONE DEL CONDUCENTE:** in caso di “ frenata da panico” (causata dal presentarsi di un improvviso ostacolo) costringe il conducente a premere sul pedale del freno con tutta la forza possibile, nel tentativo di fermarsi in tempo.

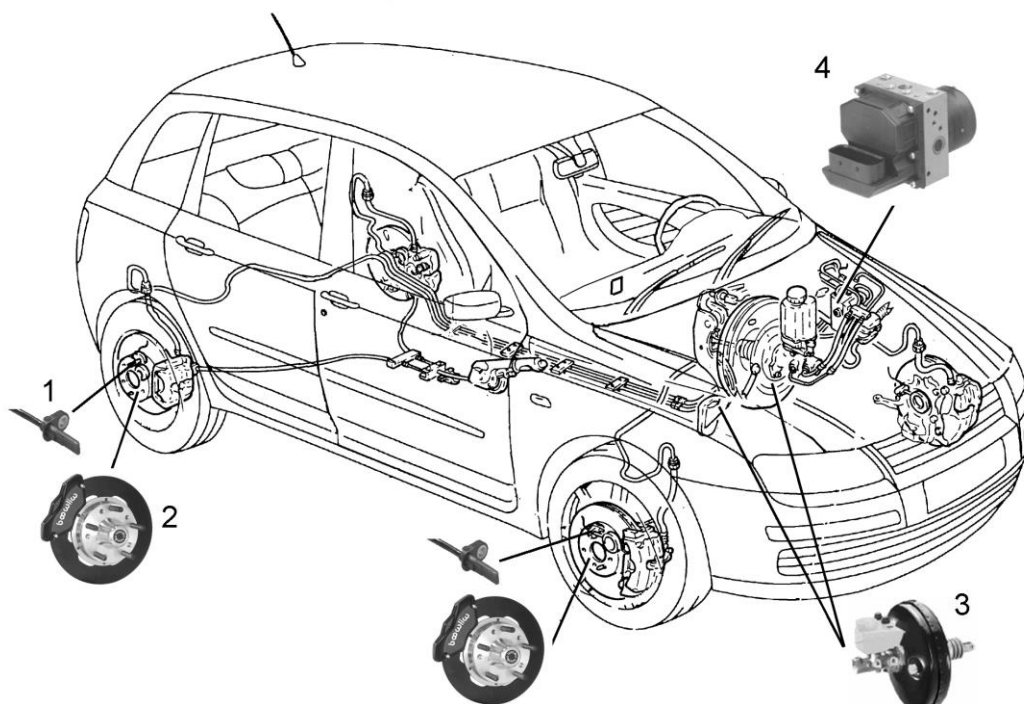
**IMPIANTO SENZA ABS (A):** in questo caso vengono bloccate le ruote, per cui, da una parte il veicolo perde direzionalità, dall'altra il veicolo allunga gli spazi di frenata, per cui il conducente non riesce a fermarsi in tempo né è possibile aggirare l'ostacolo.

**IMPIANTO CON ABS (B):** a differenza di prima, il veicolo mantiene direzionalità quindi il conducente manovrando sullo sterzo, riesce ad evitare l'ostacolo.





### 3.6. IMPIANTO ABS



1. sensore giri ruota  
2. attuatore freno

3. pompa freni  
4. centralina elettroidraulica

**COSTITUZIONE:** il sistema ABS si integra nell'impianto frenante tradizionale ed è essenzialmente composto da:

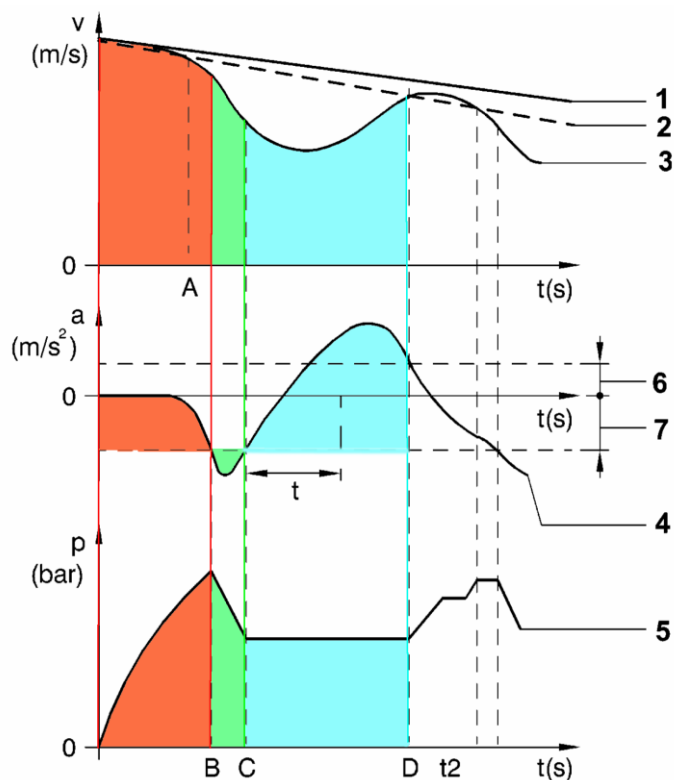
- una centralina che integra una unità di controllo elettronico, la parte di attuazione elettroidraulica che modula la pressione frenante ai freni mediante otto elettrovalvole (due per ogni ruota) e la pompa di recupero;

- una spia di segnalazione avaria posta sul quadro di bordo che segnala l'efficacia o l'avaria dell'impianto;
- quattro sensori, uno per ogni ruota, di tipo attivo che hanno il compito di rilevare la velocità angolare delle ruote; infatti, non esistendo la possibilità di valutare preventivamente le condizioni di aderenza, si è costretti a controllare l'efficacia frenante solo dopo averne rilevati gli eventuali effetti di iniziale strisciamento del pneumatico causati da una forza frenante eccessiva in relazione al coefficiente di aderenza presente; tale rilievo viene effettuato, appunto, tramite la misura della velocità di rotazione delle ruote.
- un interruttore sul pedale del freno per la rilevazione della condizione di frenatura;

l'integrazione dell'impianto ABS nell'impianto frenante tradizionale, consente al conducente, in caso di avaria all'ABS, di poter ancora effettuare la frenatura in maniera tradizionale; d'altra parte la presenza di un guasto al sistema ABS, rilevato dalla centralina, provoca l'immediata e completa disattivazione dell'impianto ABS.



## 3.7. FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA



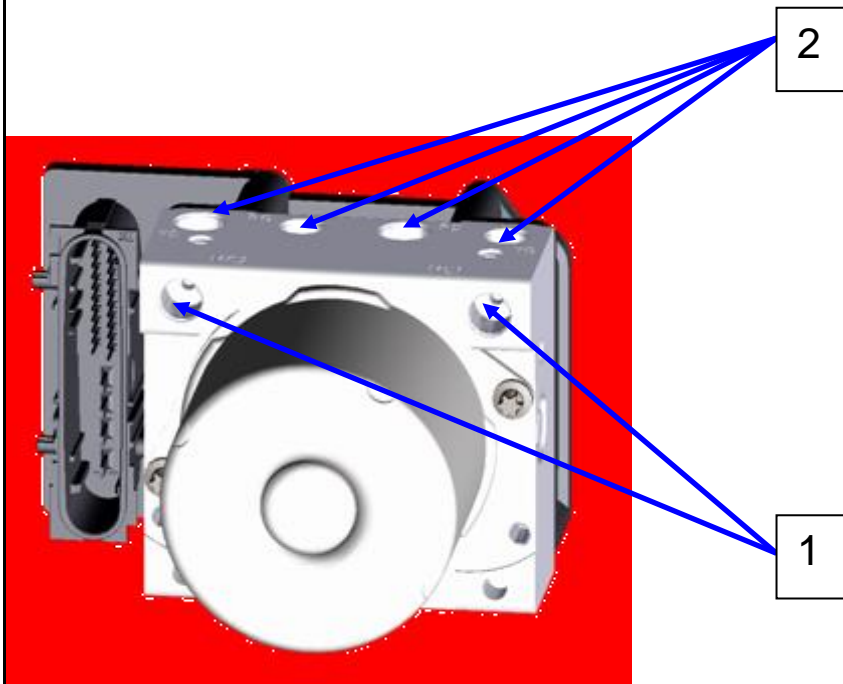
1. velocità effettiva veicolo
2. velocità di riferimento veicolo
3. velocità periferica della ruota
4. accelerazione / decelerazione della ruota
5. pressione circuito frenante
6. banda di accelerazione ammissibile
7. banda di decelerazione ammissibile

**SEGNALI DI VELOCITA':** i segnali inviati dai sensori di giri alla centralina elettronica vengono trasformati dall'amplificatore di ingresso in segnali di tipo digitale; la frequenza di tali segnali fornisce alla centralina corrispondenti valori di velocità (3) e di accelerazione / decelerazione (4) delle singole ruote.

**VELOCITA' VEICOLO:** dalla combinazione delle singole velocità periferiche delle ruote viene elaborata una velocità di riferimento (2) che, continuamente aggiornata, fornisce una indicazione della velocità effettiva (1) del veicolo;

**SOGLIE DI ACCELERAZIONE / DECELERAZIONE:** la centralina elettronica, nel suo interno, ha memorizzate anche le soglie (6) e (7) di decelerazione / accelerazione che ogni singola ruota non deve mai superare; quindi attraverso un sistematico, continuo e rapidissimo confronto dei valori di decelerazione / accelerazione della ruota, rispetto a quelli della banda memorizzata, viene mantenuto sotto controllo il rotolamento del pneumatico in frenata.

### 3.8. CENTRALINA ELETTROIDRAULICA



1. ingresso olio da pompa freni (cilindro maestro)

2. uscita olio verso i quattro attuatori freno

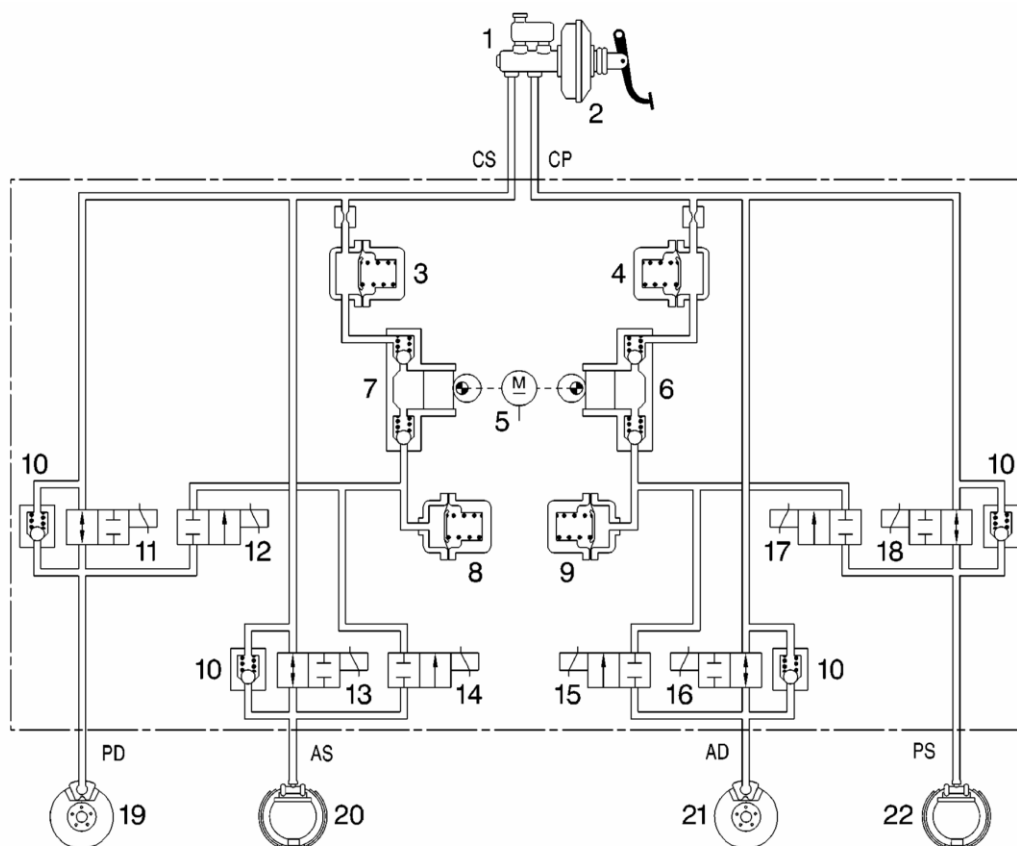
**COLLEGAMENTI:** la centralina elettroidraulica è collegata alla pompa freni e ai cilindri delle pinze freni tramite le tubazioni dell'impianto frenante ed è integrata con la centralina elettronica;

**FUNZIONE:** il suo compito è quello di variare la pressione del liquido freni nei cilindri delle pinze freno in corrispondenza dei segnali di comando che provengono dalla centralina elettronica.

**COSTITUZIONE:** la centralina elettroidraulica è costituita da otto elettrovalvole a due vie (due per ogni circuito idraulico), da una elettropompa a doppio circuito che sono pilotate dalla centralina elettronica e da quattro accumulatori (due per ogni ramo del circuito); in particolare la pompa di recupero permette il recupero del liquido freni nelle fasi di riduzione della pressione rinviando la portata di olio scaricata a monte delle elettrovalvole per le successive fasi di aumento della pressione.



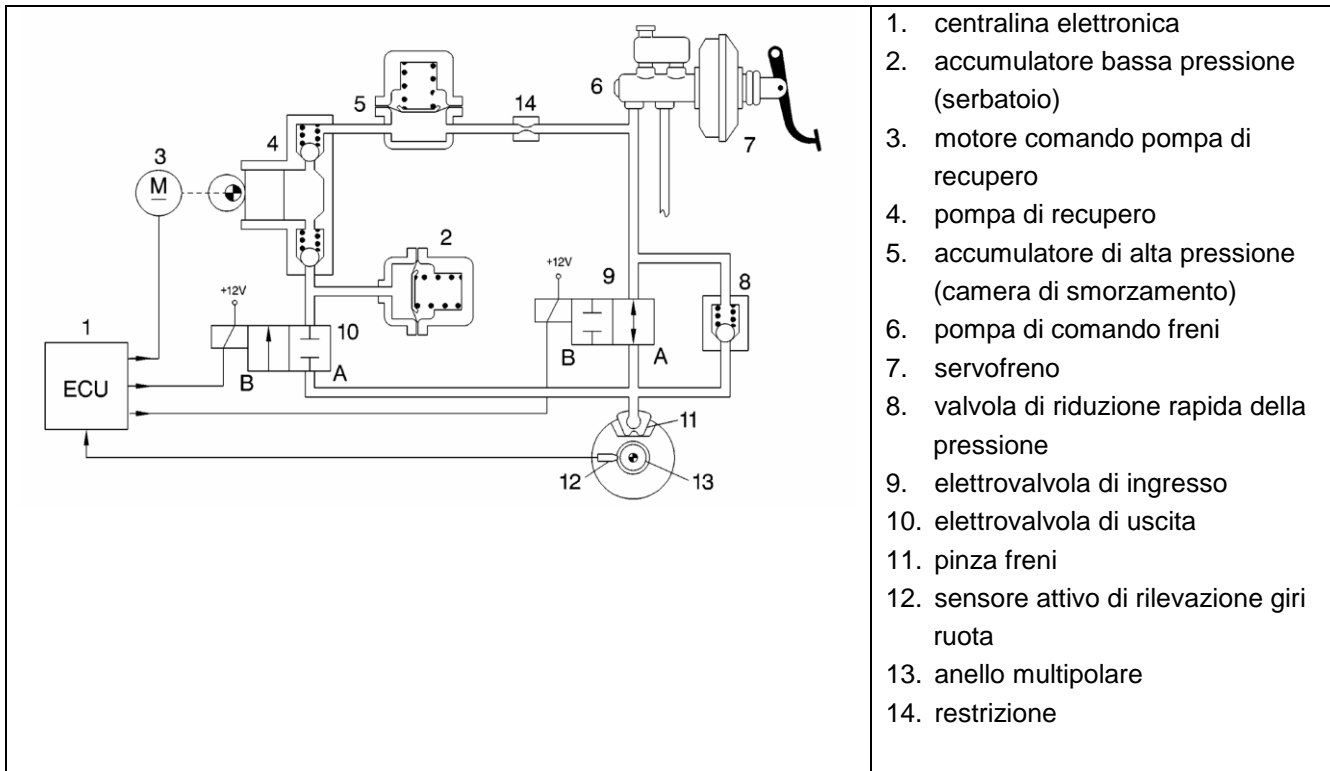
## 3.9. SCHEMA IDRAULICO CENTRALINA ELETTROIDRAULICA



1. pompa freni	12. elettrovalvola di uscita posteriore destra
2. servofreno	13. elettrovalvola di ingresso anteriore sinistra
3. accumulatore alta pressione	14. elettrovalvola di uscita anteriore sinistra
4. accumulatore alta pressione	15. elettrovalvola di uscita anteriore destra
5. motorino comando pompa di recupero	16. elettrovalvola di ingresso anteriore destra
6. pompa di recupero	17. elettrovalvola di ingresso posteriore sinistra
7. pompa di recupero	18. elettrovalvola di uscita posteriore sinistra
8. accumulatore bassa pressione	19. tamburo freno posteriore destro
9. accumulatore bassa pressione	20. pinza freno anteriore sinistra
10. valvola di riduzione rapida della pressione	21. pinza freno anteriore destra
11. elettrovalvola di ingresso posteriore destra	22. tamburo freno posteriore sinistra

### 3.10. FUNZIONAMENTO CENTRALINA ELETTROIDRAULICA

#### 3.10.1. FASE DI RIPOSO



1. centralina elettronica
2. accumulatore bassa pressione (serbatoio)
3. motore comando pompa di recupero
4. pompa di recupero
5. accumulatore di alta pressione (camera di smorzamento)
6. pompa di comando freni
7. servofreno
8. valvola di riduzione rapida della pressione
9. elettrovalvola di ingresso
10. elettrovalvola di uscita
11. pinza freni
12. sensore attivo di rilevazione giri ruota
13. anello multipolare
14. restrizione

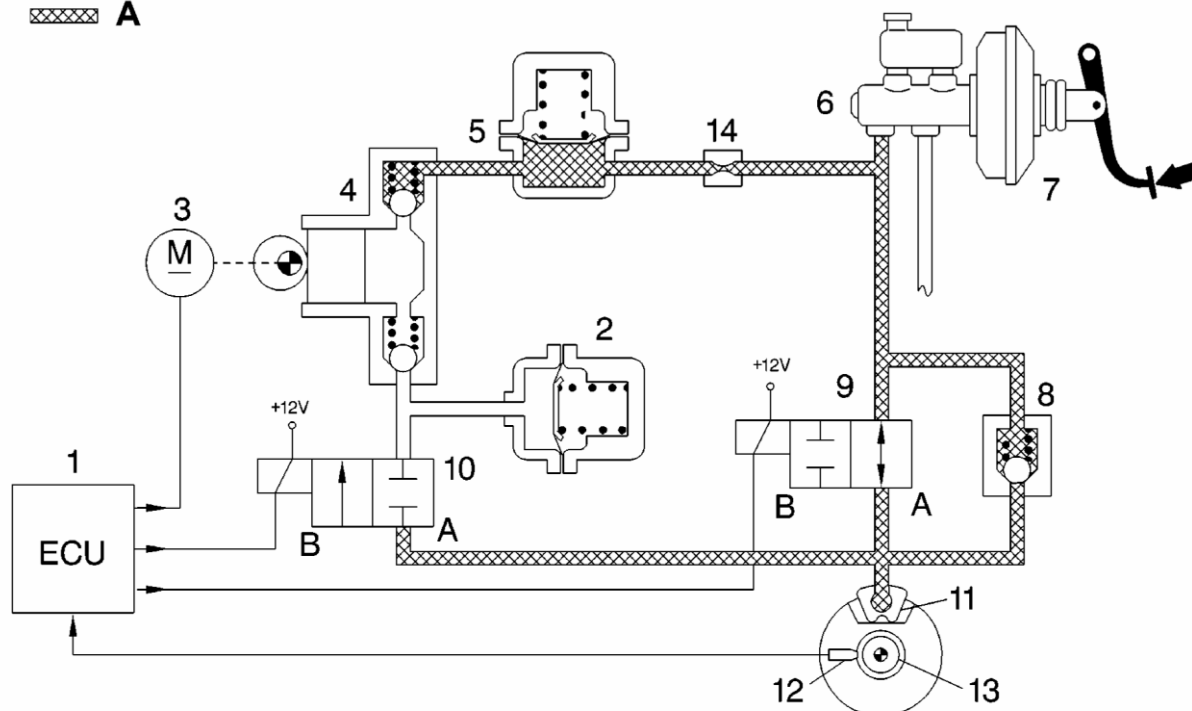
**ELETTROVALVOLE:** in condizioni di riposo l'elettrovalvola di ingresso per ogni canale è in posizione aperta, cioè consente il passaggio del liquido alla pinza freni; l'elettrovalvola di uscita è invece chiusa, non permettendo lo scarico del liquido verso l'accumulatore di bassa pressione; in queste condizioni la centralina elettroidraulica è completamente trasparente al passaggio dell'olio dalla pompa freni; in caso di avaria al sistema ABS la centralina elettroidraulica rimane in condizioni di riposo consentendo al guidatore di effettuare ancora la frenata in maniera tradizionale.

**ACCUMULATORI:** gli accumulatori hanno il compito di immagazzinare provvisoriamente il liquido freni durante la fase di riduzione della pressione.

**POMPA DI RECUPERO:** la pompa di recupero ha il compito, durante la fase di riduzione della pressione, di recuperare il liquido freni in uscita dalla pinza e di inviarlo attraverso l'accumulatore di alta pressione alla pompa freni; la pompa di recupero è del tipo a pistoncini liberi a doppio circuito ed è comandata da un motore elettrico; i pistoncini sono direttamente collegati all'albero del motore per il tramite di una camma che appoggia ai pistoncini e che consente di effettuare solo la corsa premente del pistoncino ma non quella aspirante.

## 3.10.2. FASE DI AUMENTO DELLA PRESSIONE

▨ A



A. ramo dell'impianto con pressione in aumento

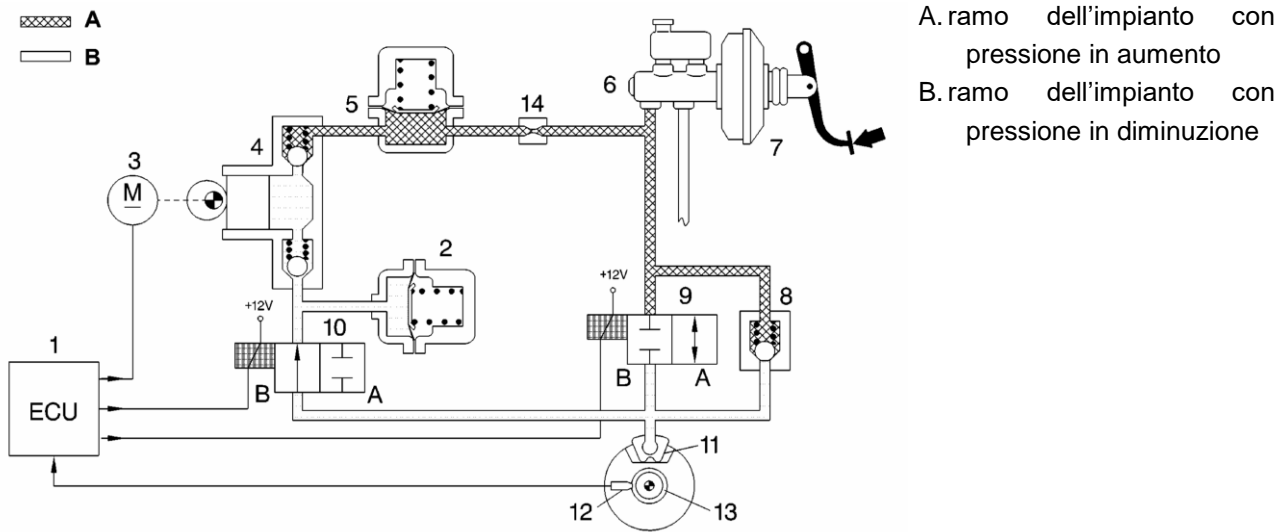
**ELETTROVALVOLE:** quando il guidatore preme il pedale del freno, la pressione generata dalla pompa freno arriva ai freni senza subire variazioni, in quanto le elettrovalvole non essendo alimentate elettricamente dalla centralina, rimangono nella condizione di riposo.

**ACCUMULATORI:** l'accumulatore di alta pressione si trova alla pressione di comando delle pinze, mentre l'accumulatore di bassa pressione non viene alimentato.

**POMPA DI RECUPERO:** la pompa di recupero non viene investita dalla pressione di comando dei freni e rimane inattiva.

**RUOTE:** durante la fase di aumento della pressione, gestita, comunque dal guidatore agendo sul pedale freno, rallentano finché non viene rilevato un valore di decelerazione inferiore alla soglia memorizzata in centralina.

3.10.3. FASE DI RIDUZIONE DELLA PRESSIONE

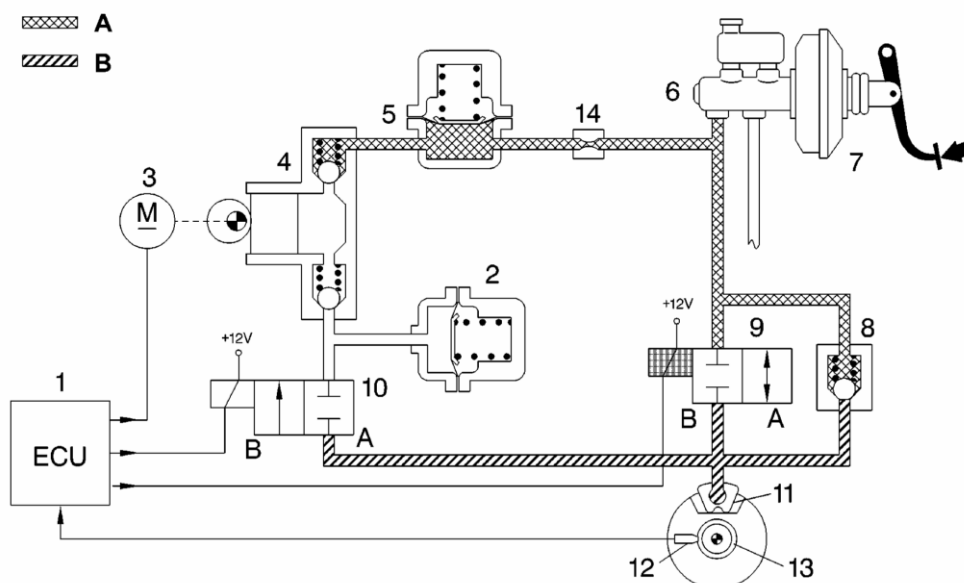


**ELETTROVALVOLE:** la centralina elettronica rileva la tendenza della ruote a bloccarsi e attiva il gruppo elettroidraulico per contenere la decelerazione della ruota entro i valori ammessi; l'elettrovalvola di ingresso viene alimentata per interrompere il collegamento tra la pompa freni e la pina freni, così come la elettrovalvola di uscita allo scopo però di permettere il passaggio di una certa portata di olio verso la l'accumulatore di bassa pressione e la pompa di recupero, in modo da ridurre la pressione alla pinza freni.

**ACCUMULATORI:** l'accumulatore di bassa pressione presente nel circuito ha il compito di immagazzinare una parte del liquido freni tolto alle pinze stabilizzando anche la pressione alle pinze freni; l'accumulatore di alta pressione viene investito dalla portata di olio in uscita dalla pompa di recupero ed ha la funzione di smorzare (insieme alla restrizione) le onde di pressione generate dalla pompa di recupero.

**POMPA DI RECUPERO:** la centralina alimenta il motore della pompa di recupero in modo da sottrarre una certa portata di liquido freni che viene reimpressa nel circuito principale della pompa freni; è in questa fase che vengono generate le onde di pressione smorzate dall' accumulatore di alta pressione e dalla restrizione, ma che sono comunque avvertiti dal conducente in termini di leggere vibrazioni sul pedale freno.

## 3.10.4. FASE DI MANTENIMENTO DELLA PRESSIONE



- A. ramo dell'impianto con pressione in aumento  
B. ramo dell'impianto con pressione in diminuzione

**ELETTROVALVOLE:** in questa fase la centralina alimenta solo la elettrovalvola di ingresso, la quale chiude il collegamento tra pompa freni e la pinza relativa; l'elettrovalvola di uscita non viene invece alimentata, chiudendo così la linea verso la pompa di recupero; in questo modo ogni collegamento tra la pompa freni e la pinza viene interrotto, cosicché il valore di pressione raggiunto in precedenza (o nella fase di aumento o in quella di riduzione) viene mantenuto costante.

**ACCUMULATORI:** l'accumulatore di alta pressione si trova alla pressione della pompa freni gestita dal conducente tramite il pedale, mentre l'accumulatore di bassa pressione non viene coinvolto in questa fase.

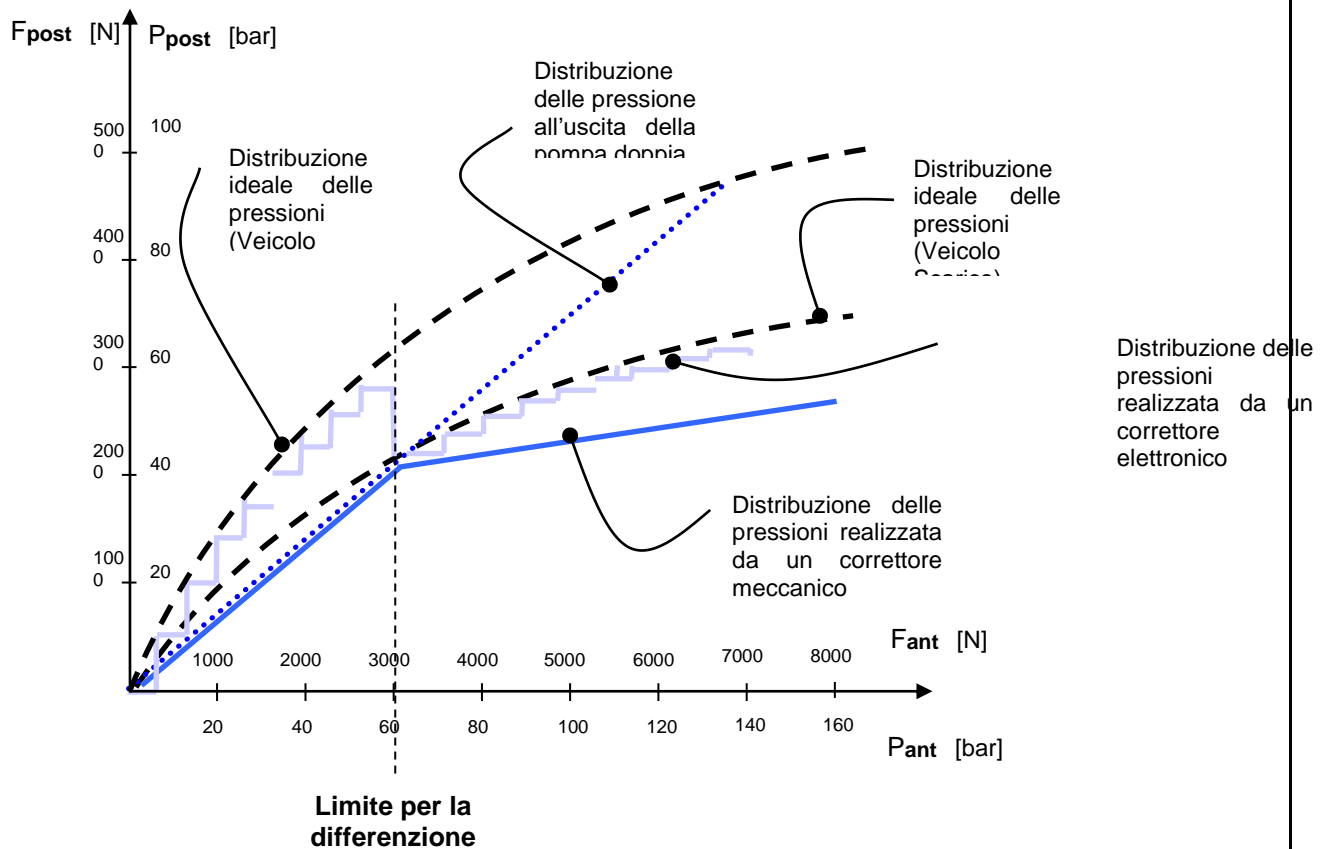
**POMPA DI RECUPERO:** la pompa di recupero non viene investita dalla pressione di comando dei freni e rimane inattiva.

**RUOTE:** in questa fase, nonostante la forza frenante mantenga una continua azione di rallentamento, la ruota può variare la sua velocità in funzione della aderenza col terreno, fino a quando il segnale del sensore attivo di rilevazione giri ruota, non rilevi una variazione di velocità fuori tolleranza rispetto alla velocità di riferimento.





## 3.11. FUNZIONE EBD

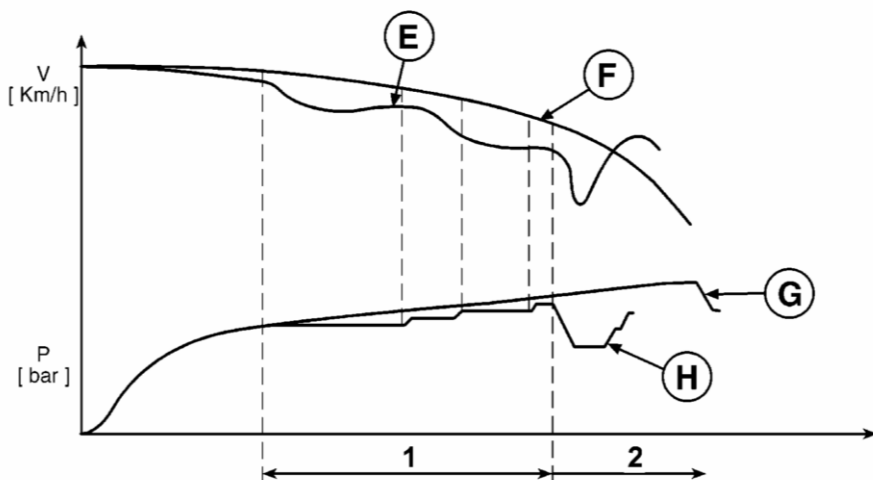


Durante una frenata, la forza di inerzia applicata al baricentro produce un trasferimento di carico che tende ad aumentare il carico gravante sulle ruote anteriori, a scapito di quelle posteriori. Se si applicasse un momento frenante semplicemente proporzionale al carico statico, a tutte e quattro le ruote, i pneumatici posteriori sarebbero i primi a raggiungere il limite di aderenza, compromettendo la stabilità direzionale del veicolo (tendenza al sovrasterzo). Per evitare un tale fenomeno, viene introdotta, negli impianti sprovvisti di ABS, una valvola, il correttore di frenata, in grado di limitare la pressione frenante alle ruote posteriori.

Oggi tale regolazione può essere effettuata direttamente dal modulatore idraulico del sistema ABS e viene denominata EBD.

Il controllo EBD cerca di ricopiare la curva ideale di ripartizione della frenata, in maniera più fedele rispetto a quanto realizzabile con un correttore di frenata meccanico: partendo dai segnali di velocità delle quattro ruote, calcola la velocità media delle ruote dell'asse anteriore e dell'asse posteriore e dal confronto delle decelerazioni sui due assi, provvede a modulare la pressione all'asse posteriore.

3.11.1. FUNZIONAMENTO EBD



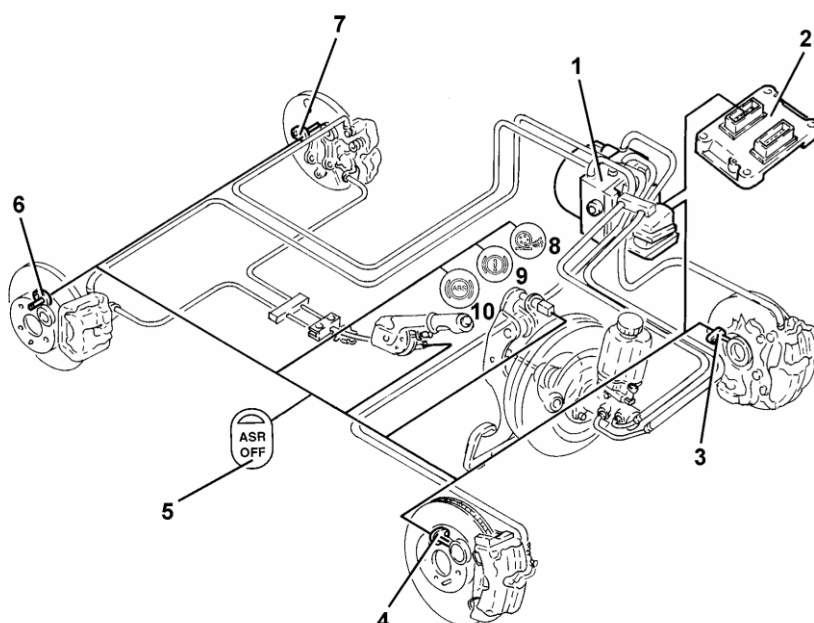
- 1. controllo EBD
- 2. controllo ABS
- E. velocità ruote posteriori
- F. velocità ruote anteriori
- G. pressione ruote anteriori
- H. pressione ruote posteriori

**INTEGRAZIONE COL SISTEMA ABS:** come si è già detto, la funzione EBD dell'impianto ABS è in grado di adeguarsi alla curva di pressione ideale, sfruttando sempre l'aderenza disponibile in tutte le condizioni di frenata; l'integrazione della funzione EBD nella normale logica di funzionamento dell'impianto ABS, permette l'applicazione delle due strategie in contemporanea; per cui il sistema interviene normalmente in modo da mantenere lo "scorrimento" dei pneumatici posteriori entro valori molto vicini a quelli ideali, con la possibilità comunque di intervenire con la strategia ABS quando un ruota tende a bloccarsi.

**CONTROLLO EBD:** il grafico sopra riportato illustra proprio questo tipo di strategia: mentre le ruote anteriori sono nella fase di rallentamento e la loro variazione di velocità rimane nei limiti imposti (e quindi il sistema ABS è nella fase di aumento della pressione, per le ruote anteriori e quindi inattivo), la pressione frenante alle pinze posteriori viene modulata in aumento dal ramo posteriore dell'ABS che ha lo scopo di realizzare la funzione EBD; si noti, inoltre, come nella fase 1 la pressione alle pinze posteriori si mantenga sempre inferiore a quella delle pinze anteriori, come indicato dalla curva di ripartizione ideale.

**CONTROLLO ABS:** nel momento in cui le ruote dell'asse posteriore tendono a decelerare troppo rispetto alle condizioni di riferimento, il sistema interviene come ABS anche per le ruote posteriori applicando le tre fasi di aumento riduzione e mantenimento della pressione (fase 2 dal grafico)

## 4. DISPOSITIVI DI CONTROLLO / REGOLAZIONE MOTRICITA': ASR



1. centralina ABS/ASR
2. centralina controllo motore
3. sensore anteriore sinistro
4. sensore anteriore destro
5. pulsante ASR off
6. sensore posteriore destro
7. sensore posteriore sinistro
8. spia ASR
9. spia EBD
10. spia ABS

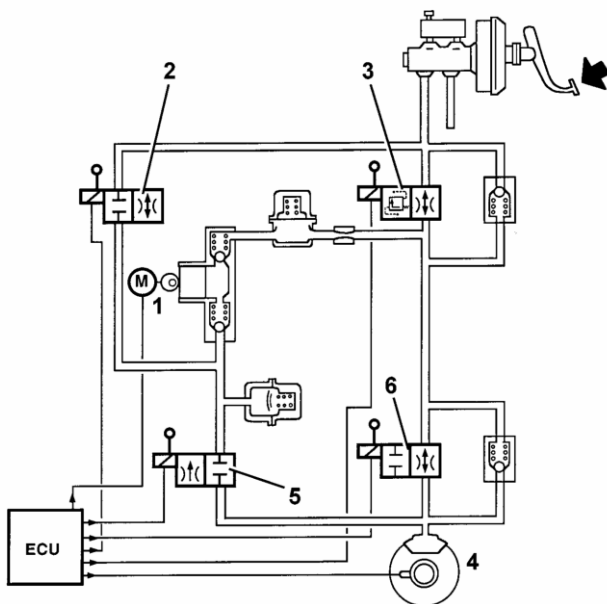
**CARATTERISTICHE:** il sistema ASR, oltre alle normali funzioni di antibloccaggio delle ruote in fase di frenata e ripartizione della stessa controllate da un sistema ABS / EBD, svolge anche il controllo dello slittamento in fase di accelerazione (ASR), la regolazione della coppia frenante del motore (MSR) ed il blocco del differenziale mediante azione sui freni (TC); tutte queste funzioni vengono svolte con una azione sull'impianto frenante, volta a frenare la ruota in pattinamento, ed una azione sul motore volta a ridurre la coppia motrice (o quella frenante se interviene la funzione MSR) erogata dal motore stesso;

**ACCELERAZIONE:** se in fase di accelerazione, una od entrambe le ruote motrici tendono a pattinare, la centralina ABS (che, opportunamente modificata, integra le funzioni ASR che competono all'impianto frenante) richiede alla centralina di controllo motore di ridurre la coppia motrice erogata dal motore e contemporaneamente, senza alcun intervento da parte del guidatore sul pedale del freno, produce la frenatura della o delle ruote che tendono a slittare;

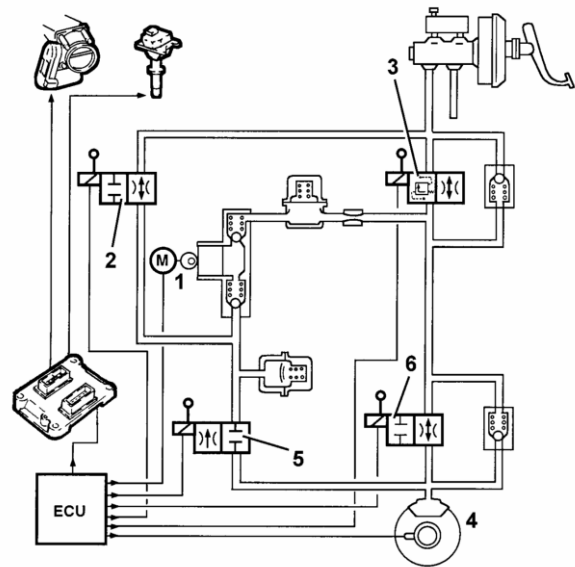
**DECELERAZIONE:** d'altra parte, se in caso di forte decelerazione, le ruote tendono a bloccarsi, la centralina ABS richiede alla centralina controllo motore di adeguare la coppia frenante del motore al fine di evitare la instabilità della vettura (funzione MSR).

**ESCLUSIONE:** le funzioni ASR ed MSR possono essere escluse dal conducente premendo l'apposito tasto in plancia; ovviamente la funzione ABS non può essere esclusa perché si tratta di un organo di sicurezza.

### 4.1. FUNZIONAMENTO IDRAULICO ASR



**CONDIZIONI DI RIPOSO**



**CONDIZIONI DI INTERVENTO**

- 1. pompa di recupero
- 2. elettrovalvola di aspirazione
- 3. elettrovalvola pilota

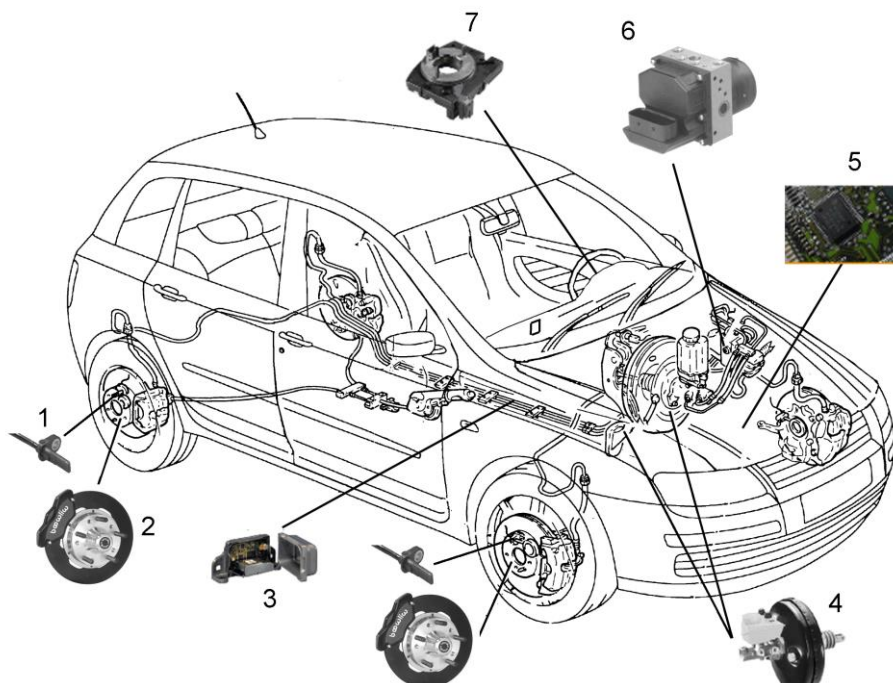
- 4. pinze freni
- 5. elettrovalvola di scarico
- 6. elettrovalvola di carico

**ELETTROVALVOLE:** il gruppo elettroidraulico ABS nella versione dotata di ASR ha quattro elettrovalvole supplementari (due per ogni ruota motrice); mentre allora per le ruote posteriori lo schema idraulico ricalca quello dell'ABS, per le ruote anteriori si hanno due elettrovalvole in più (per ruota): la elettrovalvola di aspirazione, normalmente chiusa, quando viene attivata, permette di inviare alla mandata della pompa di recupero la quantità di fluido supplementare necessaria per aumentare la pressione alla pinza freno per frenare la ruota; la elettrovalvola pilota, normalmente aperta, quando viene attivata permette di mantenere nel circuito pompa-pinza freno, la pressione modulata generata dalla pompa di recupero stessa necessaria all'intervento dell'ASR;

**CONDIZIONI DI RIPOSO:** nel caso di non attivazione delle due elettrovavole su citate, il sistema funziona come un normale impianto ABS;

**CONDIZIONI DI INTERVENTO:** nel momento in cui viene richiesta l'intervento dell'ASR le due elettrovalvole vengono alimentate elettricamente permettendo il passaggio di liquido freni dalla pompa di recupero (che viene azionata in questa fase) verso la pinza freno; la pressione del liquido freni che agisce sulla pinza viene infine modulata dalle elettrovalvole di carico e scarico.

## 5. IMPIANTO DI CONTROLLO STABILITA' VEICOLO: ESP / VDC



1. sensore giri ruota
2. attuatore freno
3. girometro e accelerometro
4. pompa freni e servofreno
5. controllo motore
6. centralina elettroidraulica
7. sensore angolo volante

**FUNZIONE:** il sistema VDC (acronimo dall'inglese Vehicle Dynamics Control, controllo della dinamica del veicolo) integra in sé le funzioni gestite dai sistemi ABS, MSR e TC ottimizzando, però il comportamento del veicolo, in ogni condizione: oltre al controllo ed alla correzione del comportamento del veicolo nelle fasi di accelerazione e frenata (e comunque quelle situazioni che procurano una variazione delle condizioni di rotolamento del pneumatico), il sistema VDC gestisce il comportamento del veicolo in ogni condizione di marcia, come ad esempio durante la percorrenza di una curva;

**SENSORI:** per fare ciò il sistema VDC si serve di altri due sensori in aggiunta a quelli che costituiscono i sistemi ABS e ASR: si tratta del sensore angolo di sterzo e del sensore di imbardata, accelerazione laterale; questi due sensori forniscono alla centralina di controllo le informazioni necessarie per conoscere in maniera completa la dinamica del veicolo;

**SICUREZZA:** è opportuno specificare che il sistema VDC aumenta la sicurezza nella conduzione della vettura, ma esistono situazioni limite che possono non essere controllabili da detto sistema; quindi il VDC non va visto come un dispositivo che aumenta le prestazioni della vettura, ma come un dispositivo che migliora la sicurezza della vettura; a conforto di ciò il sistema VDC si inserisce automaticamente all'avviamento del motore e non può essere disinserito dal guidatore, se non per quel che riguarda la funzione ASR.

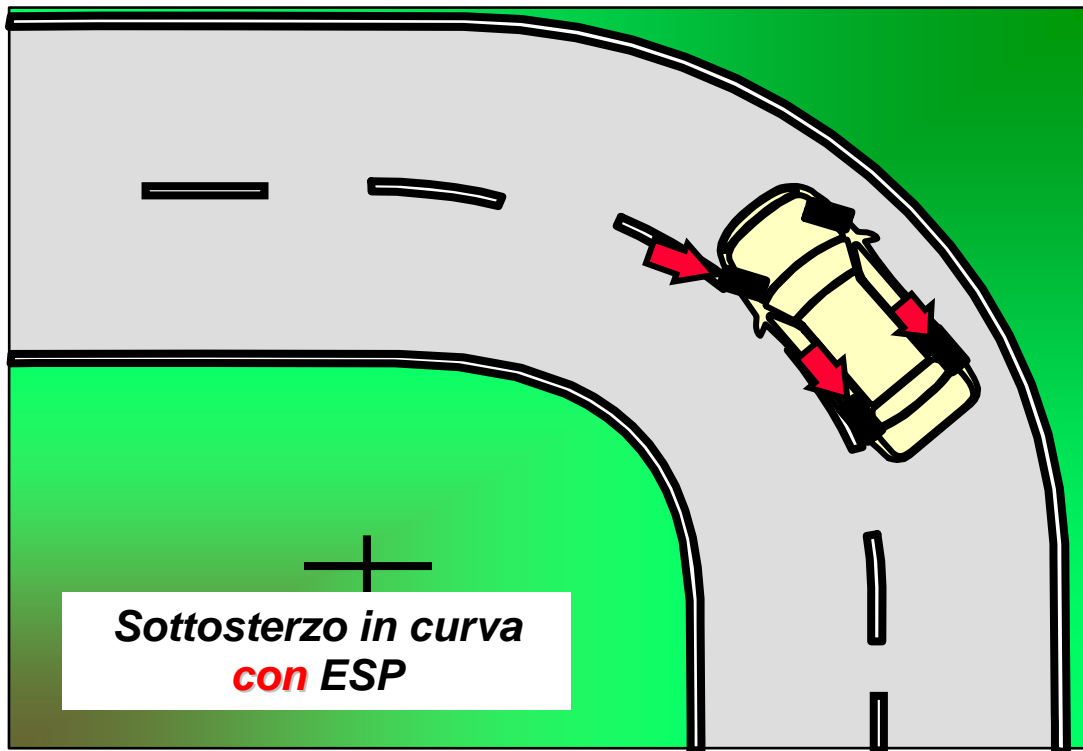
**CAMPO DI LAVORO:** il sistema VDC interviene regolando la pressione dei freni e la coppia del motore, sovrapponendosi alle azioni del guidatore con il duplice fine di minimizzare le differenze fra il moto ottenuto e quello corrispondente alla volontà del guidatore e di rendere il comportamento del veicolo in condizioni limite di aderenza simile a quello in condizioni normali di guida; se si fa riferimento al grafico sopra riportato si nota come l'area di intervento del VDC in relazione alla aderenza del pneumatico sia la massima rispetto a quanto coperto da ABS ed EBD; infatti il controllo VDC opera per condizioni di aderenza che vanno dallo scorrimento nullo al limite del bloccaggio delle ruote.

**CARATTERISTICHE:** le caratteristiche essenziali di questo dispositivo sono la possibilità di intervenire su ogni singola ruota (mentre il guidatore ha a disposizione un solo comando, o il pedale del freno o quello dell'acceleratore) per regolare la frenata o la trazione e la possibilità di intervenire sia sulle forze longitudinali che su quelle laterali (se le ruote sono in deriva) agendo sullo scorrimento dei pneumatici come l'ABS e l'ASR.

**COSTITUZIONE:** il sistema VDC costituito essenzialmente da:

- centralina elettroidraulica / elettronica
- sensori velocità angolare ruote
- sensore angolo di sterzo
- sensore imbaradata / accelerazione laterale veicolo
- sensore pressione olio freni montato sulla centralina ABS
- interruttore disinserimento ASR.

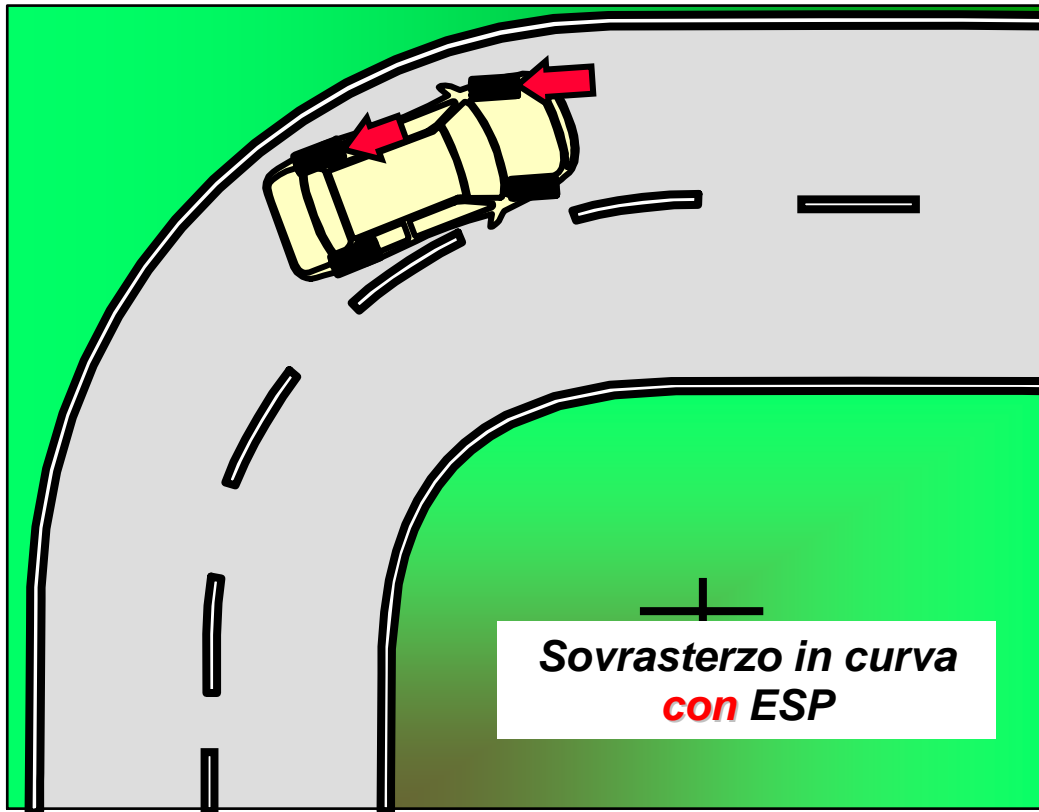
## 5.1.1. SOTTOSTERZO DEL VEICOLO



SENZA ESP: se il veicolo manifesta un comportamento sottosterzante in curva tende ad allargare la curva ed è necessario per il guidatore correggere la traiettoria impostata col volante e diminuire la pressione sul pedale acceleratore; in verità questo comportamento non è molto pericoloso, in condizioni normali di guida, ma diventa tale in condizioni di aderenza critica.

CON ESP: il sistema ESP riconosce la tendenza del veicolo al sottosterzo, correggendola frenando la ruota anteriore interna alla curva e riducendo la coppia motrice; infatti perché il veicolo corregga la sua traiettoria è necessario applicare al veicolo stesso un momento di imbardata tale da portare la vettura stessa verso il centro della curva.

5.1.2. SOVRASTERZO DEL VEICOLO



SENZA ESP: in un veicolo la tendenza al sovrasterzo in curva si manifesta con lo “scodamento” del veicolo; in questo caso la vettura tende al testacoda (l’asse posteriore tende ad andare dritto e quindi la vettura chiude la curva); questo fenomeno è molto pericoloso perché richiede da parte del conducente delle manovre spesso non intuitive (controsterzo e modulazione del pedale acceleratore).

CON ESP: il sistema ESP corregge questo comportamento frenando la ruota anteriore esterna alla curva; questo per generare un momento di imbardata opposto al sovrasterzo, in casi particolari, oltre alla azione sui freni, si ha anche un incremento della velocità della ruota motrice interna alla curva.



## 6. ASSISTENZA IN FRENATA DA PANICO

**FUNZIONE:** tale sistema ha lo scopo di assistere il conducente durante la frenata di emergenza, in modo che, riconosciuta tale situazione, sia garantita la massima pressione frenante, indipendentemente dalla forza con cui il conducente preme sul pedale freno.

A tale sistema è affidato, perciò, il compito di riconoscere la situazione di emergenza e di aumentare di conseguenza la pressione nell'impianto sino ad ottenere le massime pressioni compatibili con i limiti di aderenza del veicolo. Inoltre il dispositivo riduce il tempo di risposta del freno, consentendo, specialmente ad alta velocità, una diminuzione degli spazi di arresto.

**COSTITUZIONE:** sulla Stilo la funzione di assistenza alla frenata da panico è svolta da due componenti:

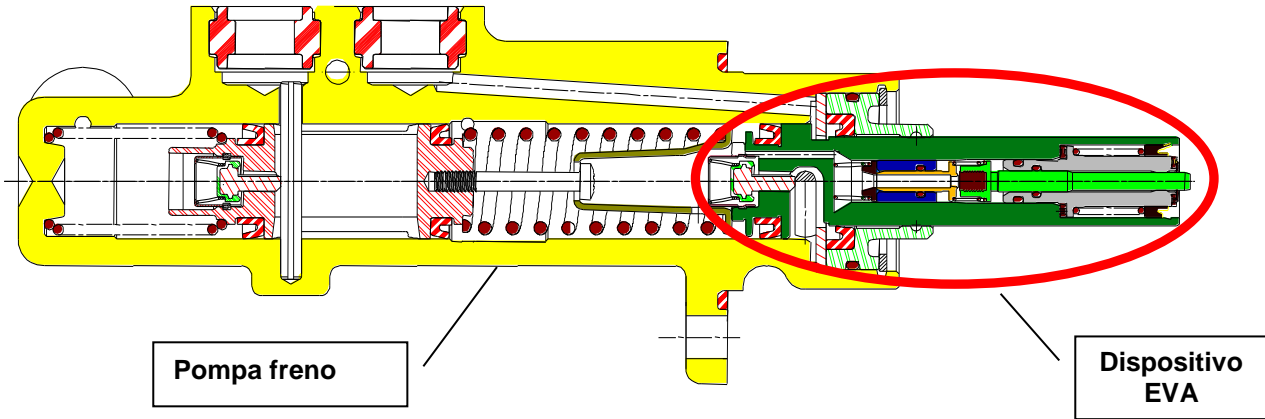
- da un dispositivo meccanico contenuto nel gruppo servofreno, denominato E.V.A. (Emergency Valve Assistance) per vetture dotate di ASR;
- da un motorino posto sull'aggregato idraulico pilotato elettronicamente dalla centralina ABS (H.B.A. Hydraulic Brake Assistance) per le vetture dotate di ESP.

**EVA:** il dispositivo EVA sfrutta la reazione idraulica del pompa freno per ottenere un rapporto di asservimento molto più alto in caso di frenata di panico.

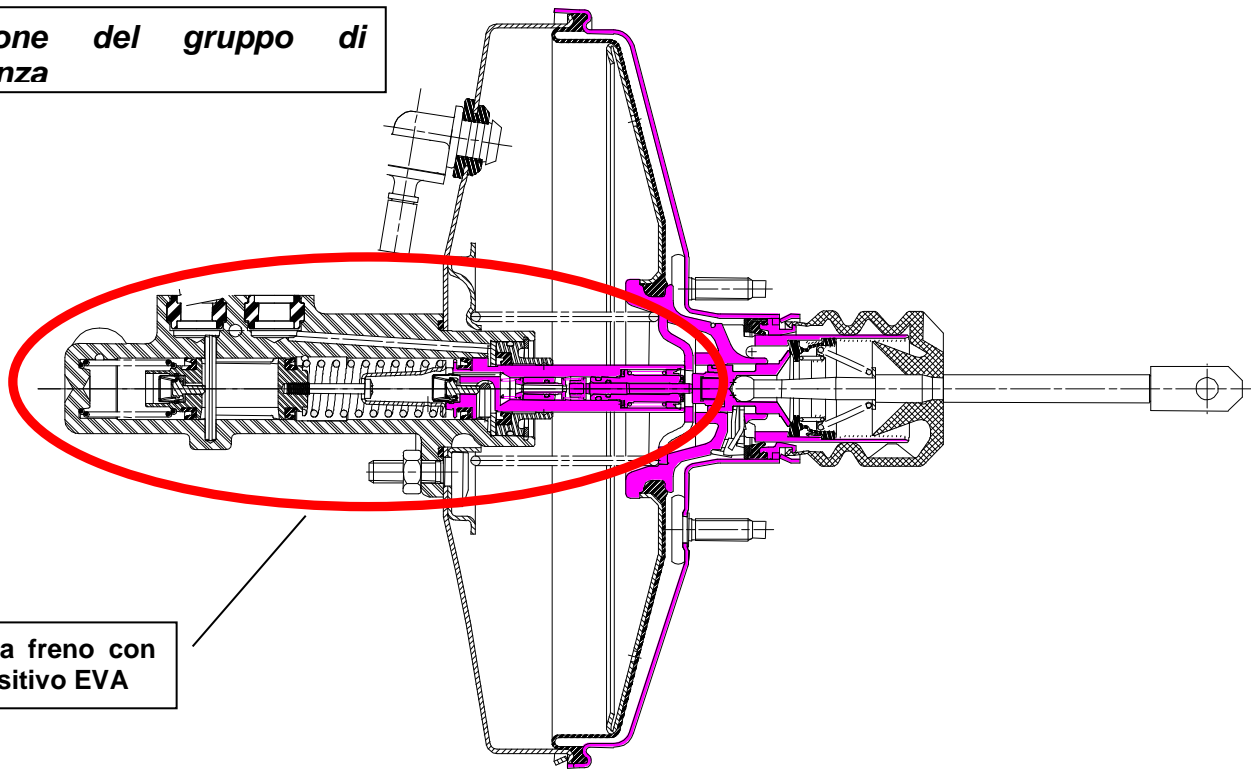
**HBA:** l'HBA è un modulo del software ESP che controlla il gradiente di salita della pressione quando il guidatore effettua una frenata; il riconoscimento della frenata di emergenza avviene quando la variazione della pressione frenante supera una soglia impostata.

### 6.1. SERVOFRENO CON DISPOSITIVO E.V.A.

Sezione della pompa freno



Sezione del gruppo di potenza



E' noto che la funzione del servofreno è quella di amplificare la forza esercitata sul pedale. Tale funzione è realizzata sommando proporzionalmente alla forza applicata sull'asta di spinta (dal guidatore secondo il rapporto di leva del pedale) la forza ausiliaria generata per effetto della depressione nella camera di lavoro.

La proporzionalità (rapporto di asservimento), in un servofreno tradizionale è determinata dalle caratteristiche elastiche del disco di reazione mentre con questo nuovo concetto è determinata in base dalla reazione idraulica che si genera nella pompa freno.

Esistono infatti due pistoni di reazione: uno comanda il rapporto di asservimento per le applicazioni lente e l'altro quello per le applicazioni veloci (oltre i 180 +/-34 mm/sec di velocità puntale).

Il rapporto teorico di asservimento nelle applicazioni lente risulta 6.4 daN/daN (forza in uscita / forza in entrata) mentre in quelle veloci risulta ben 23 daN/daN

Il grafico sotto-riportato si riferisce a FIAT Stilo in condizioni di depressione motore massima (circa 800 mbar).

