



GUIDA TECNICA

Kit riparazione cambio e valvola: guasti e sostituzione

Guida tecnica al kit riparazione cambio e valvola dei camion: sintomi di perdita d'aria, prova di tenuta, sostituzione passo passo, coppie e manutenzione.

Su un trattore stradale che non innesta le marce, non cambia gamma (range) o perde il rapporto in salita, il primo imputato è sempre il cambio stesso. In realtà, buona parte dei guasti risolti in officina senza aprire la scatola si concentra sulla valvola di comando pneumatico montata sul cambio e sul gruppo di guarnizioni e O-ring invecchiati che si trova sotto di essa. Un kit di riparazione da poche centinaia di grammi può evitare, a seconda dei casi, una revisione completa del cambio. Questa guida spiega con l'occhio del tecnico di servizio che cosa fa il kit riparazione cambio e valvola, con quali sintomi si manifesta il guasto, quale sia la corretta sequenza diagnostica, la disciplina di smontaggio e rimontaggio e le abitudini di manutenzione che ne allungano la vita.

Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN sulla base della pratica di servizio della pneumatica del cambio per mezzi pesanti e della documentazione dei costruttori OE. I valori riportati hanno carattere di riferimento generale; per dati precisi quali coppia di serraggio, pressione di esercizio e tolleranza di trafilamento fa fede il manuale di servizio OE aggiornato corrispondente al codice motore/telaio del veicolo. Ultimo aggiornamento: luglio 2026.

Che cos'è il kit riparazione cambio e valvola? Funzione e principio di funzionamento

Il kit riparazione cambio e valvola e il gruppo di servizio composto da guarnizioni, O-ring, paraoli, pistoni e molle che mantengono la tenuta dei meccanismi pneumatici di innesto marcia e di gamma (range) sul corpo del cambio dei mezzi pesanti, insieme alla valvola che gestisce il comando marce tramite aria di alimentazione a 6-8,5 bar; la vita utile tipica si colloca tra 300.000 e 600.000 km a seconda delle condizioni di impiego.

Nel cambio di un mezzo pesante la marcia non viene innestata dalla sola forza del braccio del conducente. La leva o la centralina elettronica genera una richiesta, questa richiesta raggiunge la valvola montata sul corpo del cambio e la valvola indirizza la pressione proveniente dall'impianto pneumatico del veicolo verso il lato corretto del cilindro corretto. Il pistone del cilindro spinge la forcella, il sincronizzatore entra in azione e l'innesto si completa. La valvola è quindi l'organo decisionale, mentre il kit di riparazione è la catena di tenuta che consente di applicare quella decisione con l'aria senza perdite.

Il cuore del sistema è la stabilità della pressione. La pneumatica del cambio è alimentata dal circuito delle utenze ausiliarie, a valle dei circuiti freno; poiché nel quadro della ECE R13 la valvola di protezione a quattro circuiti dà priorità ai circuiti freno, una debolezza sul lato compressore o essiccatore si manifesta per prima proprio negli innesti marcia. È il quadro più frequente in officina: i freni tengono, ma il cambio innesta in ritardo.

Che cosa fa la valvola di comando?

La valvola del cambio è l'elemento di controllo direzionale che trasforma il segnale in ingresso in flusso pneumatico. Nei cambi a comando meccanico il segnale è un'aria pilota proveniente direttamente dalla leva; nei cambi elettropneumatici, invece, la bobina del solenoide eccitata dalla centralina del cambio apre una piccola valvola pilota e il cassetto principale (spool) si sposta. La posizione del cassetto determina quale camera del cilindro si riempie e quale si

scarica. La luce di scarico sul corpo valvola svuota rapidamente la camera opposta a innesto concluso; se questa luce si ostruisce, la marcia resta "a meta".

Da quali elementi è composto il kit di riparazione?

- **O-ring del pistone e anelli di appoggio:** gli elementi principali che separano la camera del cilindro e determinano il trafilamento.
- **Guarnizioni di corpo e coperchio:** tenuta all'olio e all'aria tra il corpo valvola e la scatola del cambio.
- **Paraoli e raschiaolio degli alberi:** impediscono all'olio di uscire e alla polvere di entrare in corrispondenza dell'albero forcella.
- **Gruppo molle:** riporta il cassetto e il pistone in posizione neutra; quando si affaticano l'innesto ritarda.
- **Pistone e cassetto (secondo applicazione):** ricambio per gli elementi rigati o usurati.
- **Elemento filtrante e silenziatore:** contro l'imbrattamento della luce di scarico.
- **Spine di bloccaggio, anelli elastici ed elementi di sicurezza:** minuteria da considerare monouso.

La classe di materiale degli elastomeri contenuti nel kit è determinante. Poiché si opera in un ambiente in cui coesistono olio del cambio, calore e condensa, in produzione si preferiscono elementi a base NBR o FKM con durezza nella fascia 70-90 Shore A. Le famiglie dimensionali e di tolleranza degli O-ring sono definite nell'ambito di ISO 3601 / DIN 3771; ogni applicazione ha tuttavia la propria tabella dimensionale e la corrispondenza esatta va verificata sul catalogo OE del particolare.

In quali famiglie di cambi si incontra?

L'innesto marcia a comando pneumatico è praticamente uno standard sui mezzi pesanti; di conseguenza il kit riparazione cambio e valvola copre una gamma applicativa molto ampia. La tabella seguente riassume come le differenze di tipo modifichino l'approccio di servizio. I nomi dei costruttori sono soltanto esempi applicativi; il particolare corretto non si determina dalla marca, ma dal codice tipo del cambio e dal numero OE.

Approccio al kit di riparazione e alla valvola secondo il tipo di comando del cambio (esempi applicativi, riferimento generale)

Famiglia di cambio / tipo di comando	Funzione della valvola	Pressione di alimentazione tipica	Nota di servizio
Cambi multirapporto a comando meccanico (applicazioni a 16 marce tipo ZF Ecosplit)	Valvola direzionale splitter e range, con aria pilota	6-8,5 bar	Il kit si applica quasi sempre senza aprire la scatola
Cambi automatizzati (tipo ZF AS Tronic / TraXon)	Modulo elettropneumatico con blocco solenoidi	6-8,5 bar	Dopo la sostituzione può essere necessaria una calibrazione/autoapprendimento
Applicazioni Mercedes serie G / GO	Comando dei cilindri range e splitter	6-8,5 bar	Si consiglia il rinnovo insieme alla guarnizione del coperchio

Famiglia di cambio / tipo di comando	Funzione della valvola	Pressione di alimentazione tipica	Nota di servizio
Cambi automatizzati Volvo e Scania	Gruppo valvole integrato sul modulo	6-8,5 bar	Il codice guasto va valutato insieme al trafilamento pneumatico
Cambi con unita range/splitter tipo Eaton	Valvola range separata e cilindro	5,5-8 bar	Coperchio cilindro e superficie del pistone vanno sempre controllati

Il kit riparazione cambio e valvola viene prodotto in numerose varianti dall'aspetto identico ma di misura diversa: anche all'interno della stessa famiglia di cambi la sezione degli O-ring e il filetto delle bocche possono cambiare in funzione dell'anno di produzione, del gruppo gamma e del livello di equipaggiamento elettropneumatico. Non scegliete il particolare basandovi soltanto sul "modello del veicolo"; verificate con il codice sulla targhetta tipo del cambio, il numero di produzione e, se possibile, il numero OE riportato sulla valvola smontata. Un O-ring sbagliato di una sola misura nei primi giorni non trafile, ma comincia a perdere dopo alcuni cicli di riscaldamento e raffreddamento.

Come si riconosce un guasto del kit riparazione cambio e valvola?

I guasti del kit riparazione cambio e valvola si raggruppano in due grandi categorie: l'aria che sfugge e l'aria che va nel punto sbagliato. La prima riduce la forza di innesto, la seconda impedisce del tutto l'innesto. La tabella seguente mette in relazione i sintomi riscontrati in officina con le cause possibili e i metodi di verifica.

Sintomi di guasto del kit riparazione cambio e valvola, cause possibili e metodi di verifica

Sintomo	Causa possibile	Controllo / verifica
L'innesto marcia si e rallentato, la leva fa resistenza o l'innesto resta a meta	O-ring del pistone affaticato, trafilamento interno nel cilindro	Si misura la pressione di alimentazione con manometro; mantenendola intorno a 6 bar si esegue la prova di caduta di pressione
La gamma (range) non cambia; non si passa al gruppo alto o al gruppo basso	Cassetto della valvola grippato, luce di scarico ostruita o solenoide non alimentato	Misura della tensione di alimentazione al connettore e della resistenza della bobina; ascolto dello scarico dell'aria dalla luce di scarico
Rumore continuo di perdita d'aria, aumento della frequenza di inserimento del compressore	Guarnizione di corpo o paraolio dell'albero lacerato, raccordo allentato	Ricerca perdite con acqua saponata a motore acceso; monitoraggio della frequenza di scarico dell'essiccatore
Trafilamento di olio dalla scatola del cambio, tracce di olio intorno alla valvola	Esaurita la tenuta lato olio della guarnizione tra valvola e scatola	Pulizia della superficie e nuova osservazione dopo una breve prova su strada; controllo del livello olio
Innesti difficoltosi a freddo che migliorano quando il motore si scalda	Elastomeri induriti e presenza di condensa/formazione di ghiaccio nell'impianto	Scarico dei serbatoi e dell'essiccatore; valutazione dell'eta della cartuccia e del punto di rugiada

Sintomo	Causa possibile	Controllo / verifica
Spia cambio sul quadro strumenti, il veicolo entra in modalita limp-home	Nel modulo elettropneumatico il segnale di posizione/pressione non raggiunge il valore atteso	Lettura del codice guasto e dei dati in tempo reale con lo strumento diagnostico; osservazione del sensore di posizione del cilindro durante l'innesto
Nessun problema al minimo, gli innesti si perdono sotto carico e in salita	La pressione di alimentazione cala sotto carico; valvola di protezione o portata del compressore insufficiente	Misura dinamica della pressione sotto carico; lettura separata dei circuiti freno e del circuito ausiliario

Come si esegue la prova di caduta di pressione (trafilamento)?

Il metodo che rivela nel modo piu onesto il trafilamento del kit riparazione cambio e valvola e la prova statica di caduta di pressione. L'impianto viene portato alla pressione di esercizio, si arresta il motore e si osserva per alcuni minuti il manometro collegato alla linea di alimentazione del cambio; in un circuito integro la caduta e cosi piccola da non essere misurabile. In presenza di una caduta evidente si restringe il campo isolando in sequenza linea, valvola e cilindro. Ripetete la prova in due condizioni, a caldo e a freddo: un O-ring indurito puo trafilare soltanto a freddo.

Lettura dei codici guasto e dei dati in tempo reale sui cambi elettropneumatici

Sui cambi automatizzati ogni valutazione fatta senza strumento diagnostico e una supposizione. Dopo aver letto il codice guasto, non fermatevi al codice stesso ma osservate i dati in tempo reale nell'istante dell'innesto: il segnale di richiesta e arrivato, il solenoide si e eccitato, il sensore di posizione ha rilevato il movimento? Se il segnale c'e ma il movimento manca, il problema e sul lato pneumatico e il kit di riparazione con la valvola sono i primi candidati. Se il segnale manca del tutto, vanno cercati prima cablaggio, connettore e alimentazione.

Controlli visivi e acustici eseguibili senza smontare

Prima di aprire la scatola esaurite i controlli economici. Un accumulo di impasto olio-polvere intorno alla valvola e il classico indizio di una perdita dalla guarnizione. Se dalla luce di scarico esce aria in continuazione, c'e un trafilamento interno. Cercate schiacciate, crepe o segni di sfregamento sui tubi dell'aria; la zona sopra il cambio e quella con le vibrazioni piu elevate. Infine aprite la valvola di scarico del serbatoio e osservate l'acqua che esce: molta acqua indica che l'essiccatore non svolge il proprio compito.

Anche altre interfacce imbullonate alla stessa scatola possono lasciare una traccia simile; per distinguere il piano di tenuta della presa di forza, consultate la guida [PTO del cambio: guasti e sostituzione](#).

Approfondimenti

Per una panoramica tecnica in linguaggio semplice di questo argomento, vedere l'articolo di riferimento su [Wikipedia](#). Verificare sempre valori e procedure specifici con i dati di assistenza del costruttore del veicolo.

Come si sostituisce il kit riparazione cambio e valvola? Passo dopo passo

La sostituzione del kit riparazione cambio e valvola, eseguita nella sequenza corretta, non è un intervento da bordo strada ma nemmeno un lungo lavoro di officina. Gli aspetti critici sono la disciplina nello scarico della pressione, la pulizia e il controllo della coppia.

Sicurezza: il veicolo deve trovarsi su terreno pianeggiante, con motore spento, chiave disinserita, freno di stazionamento inserito e ruote bloccate con cunei. Prima di iniziare, la pressione del circuito pneumatico che alimenta il cambio deve essere scaricata completamente; smontando il coperchio di un cilindro in pressione, pistone e molla possono essere espulsi a una velocità tale da provocare lesioni gravi. Sono obbligatori occhiali protettivi, guanti antitaglio e scarpe antinfortunistiche. L'olio del cambio caldo comporta rischio di ustione; attendete il raffreddamento prima di intervenire. Se si lavora su ponte sollevatore, assicuratevi che i blocchi meccanici di sicurezza siano inseriti.

- 1 Mettete in sicurezza il veicolo e preparate il lavoro:** cunei, freno di stazionamento, chiave disinserita. Fotografate la targhetta tipo del cambio; la verifica del particolare si fa da questa targhetta.
- 2 Scaricate il circuito pneumatico:** svuotate i serbatoi e verificate con il manometro che sulla linea di alimentazione del cambio non resti pressione. "Non si sente rumore" non è una prova sufficiente.
- 3 Marcate e staccate i collegamenti:** numerate o fotografate i tubi dell'aria e il connettore elettrico. Due linee invertite significano un gruppo gamma che lavora al contrario.
- 4 Pulite la zona circostante:** rimuovete i depositi di olio e polvere intorno alla valvola e al coperchio prima dello smontaggio. Un solo granello di sabbia che entra riga il nuovo O-ring già al primo ciclo.
- 5 Smontate valvola e coperchio:** allentate le viti in sequenza incrociata. Il coperchio può essere caricato da molla; separatelo in modo controllato e annotate la disposizione di molla, pistone e rondelle sottostanti.
- 6 Valutate i particolari smontati:** cercate rigature sulla superficie interna del cilindro, usura sul pistone e solchi nella sede del cassetto. Se la superficie è danneggiata, la sola sostituzione degli O-ring non è una soluzione duratura.
- 7 Preparate sedi e superfici:** rimuovete i residui delle vecchie guarnizioni con un raschietto morbido. Non usate carta abrasiva o mola sulla superficie della scatola; ne comprometterete la planarità.
- 8 Montate i nuovi elementi del kit:** lubrificate leggermente gli O-ring con olio del cambio o grasso di montaggio idoneo e fateli passare sugli spigoli vivi senza forzare. Un O-ring piegato o attorcigliato trafila.

- 9** **Posizionate la valvola e serrate a coppia:** avvitate le viti a mano, poi serratele in sequenza incrociata e in due fasi con la chiave dinamometrica. Il valore di coppia va ricavato dal manuale OE.
- 10** **Ripristinate linee e connettori:** collegate secondo le marcature e portate i raccordi a tenuta senza serraggio eccessivo. Fissate il cablaggio con fascette su punti stabili, lontano dalle vibrazioni.
- 11** **Mettete in pressione, provate e completate:** portate l'impianto alla pressione di esercizio, eseguite la prova di tenuta e controllate il livello dell'olio. Sui cambi elettropneumatici cancellate i codici guasto e, se necessario, eseguite la procedura di calibrazione/autoapprendimento, quindi effettuate una breve prova su strada che comprenda tutti gli innesti di marcia e di gamma.

Quali sono gli errori piu frequenti nella sostituzione del kit riparazione cambio e valvola?

Nella sostituzione del kit riparazione cambio e valvola la maggior parte degli errori ricorrenti non dipende dal particolare ma dal metodo. I tre piu frequenti in officina sono: smontare il coperchio senza aver scaricato completamente la pressione, sostituire solo l'elemento che trafila lasciando in sede gli altri della stessa eta e serrare "a sensazione" invece che con la chiave dinamometrica.

Il costo della pressione trascurata e alto. Smontare il coperchio del cilindro sotto pressione e l'errore piu grave, con possibili conseguenze infortunistiche. Aprire la valvola di scarico non sempre e sufficiente; la valvola di protezione puo mantenere chiuso il circuito ausiliario ancora per un certo tempo. Nessun coperchio deve essere smontato prima che sulla linea di alimentazione del cambio la pressione sia stata misurata pari a zero.

Montare un O-ring nuovo su una superficie del cilindro vecchia e rigata non risolve il guasto, lo rimanda soltanto. Se sulla superficie del pistone si avverte una rigatura con l'unghia, l'elemento di tenuta ricomincerà a trafilare dopo i primi cicli di riscaldamento e raffreddamento. Se la superficie e danneggiata occorre valutare la sostituzione dell'unita completa.

- **Scegliere la variante sbagliata:** nella stessa famiglia di cambi esistono kit di misura diversa; la scelta va fatta con il codice tipo e il numero OE.
- **Montare l'O-ring a secco:** un elemento non lubrificato si attorciglia o si taglia in fase di montaggio; sembra a posto il primo giorno e trafila poco dopo.
- **Rinforzare con pasta sigillante:** la pasta stesa sulla guarnizione puo debordare e ostruire il canale dell'aria e la luce di scarico.
- **Serrare troppo:** spanare un filetto nel corpo in alluminio della scatola e un errore piu costoso che schiacciare una guarnizione creando una perdita.
- **Invertire le linee dell'aria:** il gruppo gamma lavora al contrario; marcate sempre prima di smontare.
- **Proseguire con una sorgente d'aria sporca:** in un impianto con l'essiccatore esaurito anche il kit nuovo muore alla stessa eta.

- **Riutilizzare elementi monouso:** anelli elastici di sicurezza, spine di bloccaggio e rondelle vanno rinnovati se sono compresi nel kit.

Valori tecnici e punti di controllo del kit riparazione cambio e valvola

Per il kit riparazione cambio e valvola i valori seguenti indicano le fasce tipicamente riscontrate nelle applicazioni per mezzi pesanti; il dato preciso si trova nel manuale di servizio del veicolo.

Valori tecnici del kit riparazione cambio e valvola (riferimento generale)

Parametro	Intervallo di valori tipico	Nota
Pressione impianto pneumatico (circuito ausiliario)	8-10 bar (116-145 psi)	La pressione di stacco varia secondo il regolatore del compressore
Pressione di esercizio del comando cambio	6-8,5 bar (87-123 psi)	Valore che determina la forza di innesto
Pressione minima per un innesto affidabile	Circa 5,5-6 bar	Al di sotto l'innesto rallenta o resta a meta
Prova statica di trafilamento (5 minuti)	Non si attende alcuna caduta misurabile; limite di accettazione tipico sotto 0,2 bar	Il valore limite va verificato sul manuale OE
Tempo di innesto marcia/gamma	Circa 0,3-1,2 s	Un allungamento indica trafilamento interno o strozzatura
Temperatura di esercizio dell'olio cambio	80-120 °C, oltre 130 °C in condizioni di picco	Influenza direttamente la durata degli elastomeri
Fascia di temperatura di esercizio degli elastomeri	Circa da -40 °C a +120 °C	Varia secondo la classe di materiale (NBR / FKM)
Durezza degli O-ring	70-90 Shore A	Le famiglie dimensionali sono definite nell'ambito di ISO 3601 / DIN 3771
Tensione di alimentazione della bobina del solenoide	Impianto 24 V DC	Il valore di resistenza e specifico dell'applicazione, fa fede il dato OE
Qualità dell'aria compressa	Secca e priva di olio secondo la classificazione ISO 8573-1	La cartuccia dell'essiccatore va rinnovata periodicamente

Intervalli tipici di coppia di serraggio per valvola e coperchi sul cambio (riferimento generale, Nm)

Collegamento	Intervallo di coppia tipico	Nota applicativa
Vite di fissaggio corpo valvola M6	8-12 Nm	In sequenza incrociata, in due fasi
Vite di fissaggio corpo valvola M8	20-28 Nm	Sul corpo in alluminio non superare il limite massimo
Vite del coperchio cilindro M10	40-55 Nm	Serraggio graduale sui coperchi caricati da molla

Collegamento	Intervallo di coppia tipico	Nota applicativa
Raccordo linea aria (classe M12x1,5 / M16x1,5)	15-30 Nm	Le famiglie di filetti delle bocche rientrano in ISO 6149 / DIN 3852
Sensore di posizione/pressione	25-35 Nm	Un serraggio eccessivo incrina il corpo del sensore
Elemento silenziatore di scarico	Serraggio a mano più un quarto di giro	Sui corpi in plastica non si usa la chiave dinamometrica

I valori di coppia variano secondo il diametro della vite, la classe di materiale, lo stato del filetto e le condizioni di lubrificazione. Gli intervalli riportati sopra sono indicativi; per il valore preciso occorre fare riferimento al manuale di servizio OE corrispondente al codice motore/telaio del veicolo. Un filetto spanato una sola volta nel corpo in alluminio del cambio richiede una riparazione con inserto filettato o la sostituzione del corpo.

Punti di controllo applicabili in officina:

- Con il motore al minimo leggete la pressione sulla linea di alimentazione del cambio; se e sotto la fascia di esercizio, verificate la sorgente (compressore, essiccatore, valvola di protezione).
- Arrestate il motore ed eseguite la prova statica di caduta su 5 minuti; se la caduta è evidente, restringete il campo isolando il circuito.
- Ascoltate la luce di scarico: se esce aria in continuazione al di fuori degli innesti, c'è un trafilamento interno.
- Verificate su superficie pulita l'eventuale accumulo di impasto olio-polvere intorno alla valvola.
- Misurate il tempo di innesto e confrontatelo con la registrazione della manutenzione precedente; l'allungamento e l'indice di un degrado silenzioso.
- Valutate l'acqua che esce dallo scarico del serbatoio; in presenza di acqua mettete in programma la cartuccia dell'essiccatore.

Come si esegue la manutenzione del kit riparazione cambio e valvola e come se ne allunga la vita?

La variabile più importante per la durata del kit riparazione cambio e valvola non è il kit stesso, ma la qualità dell'aria che lo alimenta. In un impianto con essiccatore efficiente e serbatoi scaricati regolarmente gli elastomeri lavorano vicino alla fascia alta; lo stesso particolare, in un impianto che trasporta acqua e olio, dura la metà. Per questo la manutenzione della pneumatica del cambio va tenuta nello stesso registro della manutenzione del gruppo di trattamento aria.

- **Inserite la cartuccia dell'essiccatore in un programma:** rinnovatela nella periodicità indicata dal costruttore e più presto nei climi molto polverosi e umidi.
- **Scaricate regolarmente i serbatoi:** registrare la quantità di acqua che esce e il dato più economico sullo stato dell'essiccatore.

- **Monitorate le prestazioni di compressore e regolatore:** se il tempo di riempimento si allunga, presto ne risentiranno anche gli innesti del cambio.
- **Controllate olio e livello del cambio nella periodicità OE:** livello basso e temperature eccessive sono i fattori che accorciano davvero la vita dei paraoli.
- **Fissate le linee dell'aria contro le vibrazioni:** quando notate segni di sfregamento sulle linee sopra il cambio, sostituite subito il tubo.
- **Sostituite il kit per intero:** rinnovare pezzo per pezzo elastomeri della stessa età significa interventi ripetuti a breve distanza.
- **Tenete una scheda di servizio:** registrando tempo di innesto, lettura di pressione e chilometraggio della sostituzione, il guasto successivo diventa prevedibile.

Il kit riparazione cambio e valvola è una voce di manutenzione dal costo contenuto ma dall'effetto elevato. Se l'impianto pneumatico viene mantenuto in salute e la sostituzione viene eseguita con la variante corretta, alla coppia corretta e in un ambiente pulito, questo gruppo può lavorare senza problemi per tutto l'intervallo di revisione del cambio. Una piccola perdita rimandata, al contrario, aumenta il carico sul compressore e riduce la forza di innesto, aprendo la strada a una riparazione molto più importante.

Questo documento è a scopo informativo; in pratica fanno fede il manuale di assistenza aggiornato e le istruzioni di sicurezza del costruttore. I valori sono riferimenti generali per i comuni sistemi di veicoli industriali; per i valori specifici del modello utilizzare la documentazione di assistenza OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com